



Titre: Analyse de scénarios pour acheminer les patients montréalais en
attente de service orthopédique

Auteur: Laurence Ouellette
Author:

Date: 2014

Type: Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

Référence: Ouellette, L. (2014). Analyse de scénarios pour acheminer les patients
montréalais en attente de service orthopédique [Mémoire de maîtrise, École
Citation: Polytechnique de Montréal]. PolyPublie. <https://publications.polymtl.ca/1638/>

 **Document en libre accès dans PolyPublie**
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/1638/>
PolyPublie URL:

**Directeurs de
recherche:** Nadia Lahrichi, & Louis-martin Rousseau
Advisors:

Programme: Mathématiques appliquées
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ANALYSE DE SCÉNARIOS POUR ACHEMINER LES PATIENTS
MONTRÉALAIS EN ATTENTE DE SERVICE ORTHOPÉDIQUE

LAURENCE OUELLETTE

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET DE GÉNIE INDUSTRIEL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES

(MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES)

DÉCEMBRE 2014

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé :

ANALYSE DE SCÉNARIOS POUR ACHEMINER LES PATIENTS MONTRÉALAIS EN
ATTENTE DE SERVICE ORTHOPÉDIQUE

présenté par : OUELLETTE Laurence

en vue de l'obtention du diplôme de : Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

M. FRAYRET Jean-Marc, Ph. D., président

Mme LAHRICHI Nadia, Ph. D., membre et directeur de recherche

M. ROUSSEAU Louis-Martin, Ph. D., membre et codirecteur de recherche

M. TRÉPANIER Martin, Ph. D., membre

DÉDICACE

À mes parents

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Nadia Lahrichi, ma directrice de recherche, et Louis-Martin Rousseau, mon codirecteur de recherche, pour leur accompagnement et l'intérêt qu'ils ont placés dans mon projet de recherche. Je remercie également Martin Trépanier pour son aide dans le traitement des données.

J'aimerais aussi remercier l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, particulièrement M. Frédéric Abergel, initiateur du projet, et M. Jean-Pierre Bluteau, pour les données qu'ils m'ont offertes.

Finalement, je remercie ma famille et mes amis qui m'ont soutenue tout au long de ce mémoire.

RÉSUMÉ

Le système de santé québécois est aux prises avec des besoins grandissants et des ressources limitées, ce qui entraîne des temps d'attente de plus en plus longs, des coûts élevés et des problèmes de performance. Face à cette situation, l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, qui a pour mandat de coordonner les services de santé de la région montréalaise, a voulu se pencher sur la question de l'amélioration du réseau actuel, particulièrement en analysant les flux de patients entre les différents établissements formant le réseau montréalais.

Cette étude portera donc sur ce projet d'optimisation du réseau, particulièrement pour le service d'orthopédie. L'optimisation des systèmes de santé est le sujet de nombreuses études que nous avons recensées dans la revue de littérature. Cependant, les projets d'optimisation sont faits à petite échelle et peu de méthodes et d'outils standardisés sont disponibles. L'originalité de ce projet réside donc dans le développement d'un outil mathématique permettant de modéliser les flux de patients pour le service d'orthopédie et dans l'envergure du système à optimiser puisque le réseau à optimiser englobe 35 établissements de Montréal et de ses environs.

En se penchant sur différentes façons de modéliser les flux de patients montréalais en attente de service orthopédique, nous évaluerons les performances respectives de différents modèles, que ce soit un modèle représentant la situation actuelle d'un système fonctionnant en silos ou un système optimisé fonctionnant en réseau, en nous basant sur les données fournies par l'Agence de santé et de services sociaux. Nous produirons cinq modèles linéaires en nombres entiers que nous évaluerons à l'aide du solveur CPLEX du logiciel AIMMS afin de mesurer l'efficacité théorique de différentes approches, dont l'approche réseau avec liste d'attente unique, le réseau sans échanges entre établissements et les réseaux avec échanges permis à différents degrés. Les données provenant de la base de données de la RAMQ pour l'année 2009 ont été utilisées pour tester les différents modèles. Les résultats obtenus montrent l'efficacité supérieure du modèle réseau avec file d'attente unique, que ce soit par la vitesse de résolution autant que par la performance des solutions obtenues. Une analyse des résultats a aussi permis de déterminer

l'importance des divers paramètres définis dans les modèles et leur influence sur la solution finale.

En résumé, cette étude préliminaire montre que le concept de guichet unique a de nombreux avantages et aurait des impacts positifs sur l'attente des patients en liste pour une chirurgie en orthopédie. Une étude subséquente avec des données plus récentes et plus précises devrait être faite pour valider ces résultats dans un premier temps avant de généraliser ce modèle à d'autres spécialités.

ABSTRACT

The Quebec health system is struggling with growing needs and limited resources, resulting in more people waiting for longer times, high costs and performance problems. Faced with this situation, the *Agence de la santé et des services sociaux de Montreal*, which is mandated to coordinate the health services in the Montreal area, wanted to address the issue of improving the current network, specifically the patient flow between Montreal's multiple healthcare facilities.

Therefore, this study will focus on the optimization process of the healthcare network, particularly for orthopedics. Optimizing healthcare networks is the subject of many studies that we summarized in the literature review. However, optimization projects are mostly done on a small scale and very few standard methods and tools are available. The originality of this project lies in the development of a mathematical tool to model the flow of orthopedic patients and the size of the system to optimize since the network to optimize encompasses 35 hospitals in Montreal and its surroundings.

In this study, we consider different ways of modeling the flow of Montreal patients awaiting orthopedic service and we evaluate the relative performance of different models. We base our analysis on the data provided by the *Agence de la santé et des services sociaux* to compare a range of models, from the actual orthopedics system operating in silos to an optimized operating system working as a network. We will produce five integer linear models and evaluate them using AIMMS' CPLEX solver to assess the theoretical effectiveness of the different approaches, including the network approach with single queue, the network without exchanges and different iterations on the network with exchanges allowed. We used the data from the RAMQ's database for 2009 to test the models, but a subsequent study with more recent and more accurate data should be done. The results show the superior efficiency of the network model with single queue, either by the speed of resolution as well as the solutions' performance. By analyzing the results, we also identified the importance of the various parameters defined in the models and their influence on the final solution.

In summary, this preliminary study shows that the single queue concept has many advantages and have positive impacts on the waiting list for patients waiting for orthopedic services. A subsequent study with more recent and accurate data should be done to validate these results at first before extending this model to other specialties.

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE.....	III
REMERCIEMENTS	IV
RÉSUMÉ.....	V
ABSTRACT	VII
TABLE DES MATIÈRES	IX
LISTE DES TABLEAUX.....	XII
LISTE DES FIGURES.....	XIV
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	XVI
LISTE DES ANNEXES.....	XVII
CHAPITRE 1 INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE	3
2.1 Modélisation de l'offre et de la demande	3
2.1.1 Définition de l'offre et de la demande	3
2.1.2 Inadéquation entre l'offre et la demande	9
2.2 Réseau de la santé	11
2.2.1 Suivi des flux de patients	11
2.2.2 Outils d'évaluation des flux de patients.....	12
2.2.3 Coordination des flux de patients.....	14
2.3 Modélisation des différents paramètres et des flux.....	16
2.3.1 Méthodes de modélisation du réseau de la santé.....	16
2.3.2 Méthodes de modélisation de la durée de séjour.....	18
2.3.3 Méthodes de modélisation du taux de rotation.....	19
CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE.....	21

CHAPITRE 4	ANALYSE DES BASES DE DONNÉES	25
4.1	Base de données	25
4.1.1	Origine.....	26
4.1.2	Destination	28
4.1.3	Transferts.....	31
CHAPITRE 5	MODÈLE MATHÉMATIQUE.....	36
5.1	Formulation du modèle mathématique réseau et des variations sur le modèle	36
5.1.1	Représentation graphique d'un système en silos	36
5.1.2	Représentation graphique du modèle réseau	43
5.2	Notation.....	46
5.2.1	Ensembles et noeuds	47
5.2.2	Paramètres	47
5.2.3	Variable de décision	54
5.2.4	Fonction objectif	54
5.3	Modèle mathématique réseau.....	54
5.4	Variations sur le modèle général	55
5.4.1	Version du modèle avec échanges	56
5.4.2	Version du modèle sans échanges	57
CHAPITRE 6	EXPÉRIMENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS	58
6.1	Expérimentation	58
6.1.1	Paramètres	58
6.2	Présentations des différents scénarios	69
6.3	Analyse des scénarios.....	73
6.3.1	Scénario A : scénario de base.....	73

6.3.2	Scénario B : attente initiale élevée	80
6.3.3	Scénario C : durée de séjour médiane	86
6.3.4	Scénario D : variation de la durée de séjour.....	89
6.3.5	Scénario E : variation de la durée de séjour \pm écart-type	96
6.3.6	Conclusions	103
6.4	Comparaison des modèles avec échanges	105
CHAPITRE 7	EXTENSION DES RÉSULTATS	107
7.1	Méthode utilisée	107
7.2	Résultats obtenus.....	108
CHAPITRE 8	CONCLUSION	113
BIBLIOGRAPHIE	115
ANNEXES	122

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4-1 Répartition des mouvements de la base de données	26
Tableau 4-2 Répartition de la population et des admissions par CSSS	27
Tableau 4-3 Matrice Origine -Destination des admissions par CSSS.....	29
Tableau 4-4 Taux d'attraction hors CSSS par CSSS	30
Tableau 4-5 Distribution des transferts internes et externes par établissement	32
Tableau 4-6 Transferts pour l'Hôpital général de Montréal	34
Tableau 6-1 Données détaillées sur les temps d'attente en chirurgie orthopédique à Jean-Talon .	59
Tableau 6-2 Répartition du nombre de patients en attente de chirurgie orthopédique avant la première période.....	60
Tableau 6-3 Répartition des admissions mensuelles.....	62
Tableau 6-4 Capacité des établissements	64
Tableau 6-5 Scénarios analysés.....	69
Tableau 6-6 Détails des indicateurs pour le scénario A et le cas 1 de demande réelle	76
Tableau 6-7 Détails des indicateurs pour le scénario A et le cas 2 de demande aléatoire	78
Tableau 6-8 Détails des indicateurs pour le scénario A et le cas 3 de demande augmentée.....	80
Tableau 6-9 Détails des indicateurs pour le scénario B et le cas 1 de demande réelle	82
Tableau 6-10 Détails des indicateurs pour le scénario B et le cas 2 de demande aléatoire	85
Tableau 6-11 Détails des indicateurs pour le scénario B et le cas 3 de demande augmentée.....	85
Tableau 6-12 Détails des indicateurs pour le scénario C et le cas 1 de demande réelle	87
Tableau 6-13 Détails des indicateurs pour le scénario C et le cas 2 de demande aléatoire	88
Tableau 6-14 Détails des indicateurs pour le scénario C et le cas 3 de demande augmentée.....	89
Tableau 6-15 Détails des indicateurs pour le scénario D.1 et le cas 1 de demande réelle	91
Tableau 6-16 Détails des indicateurs pour le scénario D.1 et le cas 2 de demande aléatoire	92

Tableau 6-17 Détails des indicateurs pour le scénario D.1 et le cas 3 de demande augmentée.....	92
Tableau 6-18 Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année selon le scénario D.1 - durée moyenne +5 % versus D.2 - durée moyenne -5 %.....	93
Tableau 6-19 Détails des indicateurs pour le scénario D.2 et le cas 1 de demande réelle	94
Tableau 6-20 Détails des indicateurs pour le scénario D.2 et le cas 2 de demande aléatoire	94
Tableau 6-21 Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année selon le scénario D - Cas 1 (demande réelle) versus Cas 3 (demande + 10 %)	95
Tableau 6-22 Détails des indicateurs pour le scénario D.2 et le cas 3 de demande augmentée.....	96
Tableau 6-23 Détails des indicateurs pour le scénario E.1 et le cas 1 de demande réelle	98
Tableau 6-24 Détails des indicateurs pour le scénario E.1 et le cas 2 de demande aléatoire.....	99
Tableau 6-25 Détails des indicateurs pour le scénario E.1 et le cas 3 de demande augmentée	99
Tableau 6-26 Détails des indicateurs pour le scénario E.2 et le cas 1 de demande réelle	101
Tableau 6-27 Détails des indicateurs pour le scénario E.2 et le cas 2 de demande aléatoire.....	102
Tableau 6-28 Détails des indicateurs pour le scénario E.2 et le cas 3 de demande augmentée ...	102
Tableau 6-29 Résumé des indicateurs de performance pour le modèle réseau.....	104
Tableau 6-30 Variations entre les modèles avec échanges	105

LISTE DES FIGURES

Figure 2 -1 : Proportion de personnes âgées de 65 ans et plus et d'enfants âgés de 14 ans et moins, Canada, 1971 à 2031	5
Figure 3-1 Méthodologie utilisée	21
Figure 5-1 Lien entre les nœuds "Arrivée" et "Etab"	38
Figure 5-2 Destinations possibles des nœuds "Arrivée"	38
Figure 5-3 Provenance des nœuds "Etab"	39
Figure 5-4 Destination des nœuds "Etab"	40
Figure 5-5 Provenances et destinations des nœuds "Attente"	40
Figure 5-6 Provenances et destinations des nœuds "Attente Sans Etab"	41
Figure 5-7 Provenances pour le nœud "Puits"	41
Figure 5-8 Illustration du fonctionnement en silos avec échanges permis	42
Figure 5-9 Destinations des nœuds "Arrivée"	44
Figure 5-10 Destinations des nœuds "Attente"	44
Figure 5-11 Illustration d'un système réseau	45
Figure 5-12 Flux de patients au nœud source	49
Figure 5-13 Flux de patients pour un établissement h	51
Figure 6-1 Répartition du nombre de patients selon le délai d'attente en jours	61
Figure 6-2 Répartition de la demande selon la période (cas 1)	73
Figure 6-3 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 1, Scénario A)	75
Figure 6-4 Répartition de la demande selon la période (cas 2)	76
Figure 6-5 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 2, Scénario A)	77
Figure 6-6 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 3, Scénario A)	79
Figure 6-7 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 1, Scénario B)	81

Figure 6-8 Nombre de patients en attente pour plus de 6 mois selon le scénario B	83
Figure 6-9 Nombre de patients en attente pour plus de 6 mois selon le scénario A	83
Figure 6-10 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 1, Scénario C).....	86
Figure 6-11 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 1, Scénario D)	90
Figure 6-12 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 1, Scénario E).....	97
Figure 6-13 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 1, Scénario E).....	100
Figure 7-1 Comparaison du nombre de patients en attente selon la période pour le modèle réseau	109
Figure 7-2 Comparaison du nombre de patients en attente selon le nombre de mois d'attente pour le modèle réseau	109
Figure 7-3 Nombre de patients en attente selon la période pour le modèle sans échanges	110
Figure 7-4 Nombre de patients en attente selon le nombre de mois d'attente pour le modèle sans échanges	111

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ASSS	Agence de santé et de services sociaux
BDD	Base de données
CH	Centre hospitalier
CHSLD	Centre d'hébergement et de soins longue durée
CLSC	Centre local de services communautaires
CPEJ	Centre de protection de l'enfance et de la jeunesse
CSSS	Centre de santé et de services sociaux
CUSM	Centre Universitaire de Santé McGill
DRG	<i>Diagnosis related group</i>
FSf	Foyers de soins infirmiers
GMF	Groupe de médecine familiale
HGM	Hôpital général de Montréal
MIP	<i>Mixed Integer Programming</i> (Programmation en nombres entiers)
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
PIB	Produit intérieur brut
SADT	<i>Structured analysis and design technique</i>

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A - RÉPARTITION DES ADMISSIONS PAR RÉGION DU QUÉBEC	122
ANNEXE B - NOMBRE DE PATIENTS EN ATTENTE PAR ÉTABLISSEMENT.....	123
ANNEXE C - NOMBRE DE PATIENTS EN ATTENTE AU COURS DE L'ANNÉE.....	124
ANNEXE D - NOMBRE DE PATIENTS AYANT ATTENDU PLUS DE 6 MOIS AU COURS DE L'ANNÉE.....	125
ANNEXE E - NOMBRE DE PATIENTS VUS AU COURS DE L'ANNÉE	126
ANNEXE F - RÉPARTITION DES PATIENTS EN ATTENTE POUR CHAQUE PÉRIODE SELON LE MODÈLE ET LE CAS DE DEMANDE.....	127

CHAPITRE 1 INTRODUCTION

La demande actuelle en soins de santé à Montréal excède la capacité des établissements montréalais, ce qui se traduit par des temps d'attente très longs et de l'insatisfaction des patients, prisonniers du système. Afin de répondre à la demande, des plans de surcapacité sont mis en place pour permettre d'augmenter la capacité de façon temporaire, mais une solution à long terme pour améliorer la gestion des flux de patients permettrait d'obtenir une meilleure allocation des ressources et de diminuer la pression exercée sur les ressources du système de santé (Cameron, 2013). Cette étude se penchera donc sur la façon de modéliser l'allocation de flux de patients aux établissements de santé et d'optimiser les temps d'attente des patients montréalais, particulièrement dans le cas du service d'orthopédie.

Afin de bien comprendre le problème, il est nécessaire d'étudier et de comprendre comment le système fonctionne. Actuellement, les établissements fournisseurs de soins de santé qui composent le système de santé québécois fonctionnent de manière individuelle. Étant donné cette organisation en silos, chaque établissement peut gérer son fonctionnement interne de façon individuelle, mais cela occasionne des problèmes de communication et de performance lorsque la trajectoire du patient doit se faire entre plusieurs établissements ou même entre plusieurs départements d'un même établissement. En théorie, une optique réseau du système présente de nombreux avantages tels qu'un processus plus fluide et interconnecté, une meilleure communication et un meilleur partage des informations entre établissements, une utilisation des ressources appropriées optimisée et une expérience patient améliorée (Dijoux, 2011). Il est donc intéressant d'évaluer l'impact de l'approche réseau lorsqu'elle est appliquée au service orthopédique dans le système de santé québécois et de quelle façon elle améliorerait les performances du système comparativement à l'approche en silos traditionnelle.

Un système de santé fonctionnant en réseau consiste en un réseau d'hôpitaux qui travaillent de concert afin de coordonner les soins offerts et d'offrir un large éventail de services à la population desservie par ces hôpitaux (AHA, 2007). Afin de passer d'un fonctionnement en silos à un système en réseau, une organisation centrale prend en charge la gestion des hôpitaux faisant partie du réseau, afin de s'occuper de l'administration et des processus communs aux

établissements faisant partie du réseau. Différentes approches concernant les modèles en réseau en santé ont été documentées dans de nombreux pays, mais particulièrement aux États-Unis où l'amélioration du système de santé est un enjeu important (Healthcare Networks of America, 2014). Ce fonctionnement en réseau pourrait se traduire par l'utilisation d'un guichet unique, un système qui permettrait de regrouper toutes les demandes de services sur une même liste d'attente pour chaque service, permettant une meilleure gestion des listes d'attente. En utilisant le guichet unique pour toutes les demandes d'accès aux services spécialisés, les flux de patients sont dirigés vers le bon établissement plus rapidement. Au Québec, l'utilisation de guichets uniques en est encore à ses débuts et loin d'être une pratique généralisée. Pour le moment, on retrouve ce concept en santé mentale, en santé physique et pour les soins à domicile, mais pas encore à l'échelle d'un service tel que le service d'orthopédie (Delorme et al., 2008). Étant donné la pression actuellement exercée sur le système de santé, l'utilisation de guichets uniques, l'optimisation des flux de patients et l'amélioration des temps d'attente sont des pistes de solution qui pourraient faire progresser le système de santé vers une gestion plus efficace.

Cette étude s'attaque donc au problème de gestion des flux de patients en attente de service orthopédique afin d'améliorer les temps d'attente pour ce service dans les établissements de santé de Montréal. En cherchant à optimiser le fonctionnement des liaisons entre les divers établissements de santé, on pourrait diminuer les temps d'attente et le nombre de patients dépassant les seuils d'attente jugés acceptables par le Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). Pour ce faire, nous produirons un modèle ainsi que différentes variations sur ce même modèle illustrant des configurations différentes de flux de patients entre les établissements de la région montréalaise. L'analyse des résultats obtenus nous permettra de valider l'importance de divers paramètres sur le temps d'attente et le nombre de patients pouvant être vus dans le système pour une spécialité particulière.

Ce mémoire sera divisé comme suit : le chapitre 2 présente une revue de la littérature, le chapitre 3 montre la méthodologie utilisée, le chapitre 4 présente une analyse des données utilisées, le chapitre 5 présente le modèle linéaire développé, le chapitre 6 expose l'analyse des résultats, le chapitre 7 une extension des résultats et les conclusions sont finalement présentées au chapitre 8.

CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE

Ce chapitre présente les fondements théoriques et les modèles existants sur lesquels se base cette étude. Divisé en trois sections, le chapitre s'articule autour du thème commun du réseau de la santé. Pour débiter, la première section traitera de la notion d'offre et de demande en santé, et plus particulièrement de la situation au Québec. Puis, la deuxième section exposera les particularités du réseau de la santé. Finalement, la troisième section explorera les façons de modéliser les flux et les différents paramètres existants.

2.1 Modélisation de l'offre et de la demande

Afin de bien comprendre les enjeux et les défis reliés au réseau de la santé, il est important de bien définir les différents éléments qui feront partie du modèle. Étant donné que cette étude possède une optique orientée santé, il est donc intéressant de définir les concepts d'offre et de demande dans ce milieu. De plus, les façons de mesurer cette offre et cette demande, que ce soit à l'aide de logiciels ou de banques de données, sont également des points importants à aborder afin d'avoir un portrait d'ensemble de la situation actuelle.

2.1.1 Définition de l'offre et de la demande

Les concepts d'offre et de demande sont couramment utilisés, particulièrement dans le milieu économique. L'offre est définie comme étant la quantité de biens ou de services offerte par les producteurs pour un prix donné. La demande, quant à elle, est définie comme étant la quantité de biens ou de services demandée par les consommateurs pour un prix donné (Biacabe, 2013). Une autre définition utile est celle de demande excédentaire. Au sens traditionnel du terme, la demande excédentaire est définie comme étant une situation où la quantité demandée surpasse la quantité offerte pour un bien ou un service (Pindyck & Rubinfeld, 2009). Or, dans le milieu de la santé, il est difficile de définir les services offerts ou demandés en termes de prix puisque les services rendus ne sont pas payés pour chaque acte directement du consommateur de soins, le patient, au fournisseur de soins, le médecin. En effet, puisque le système de santé québécois est public et universel, les consommateurs n'ont pas à payer à chaque consultation pour les soins

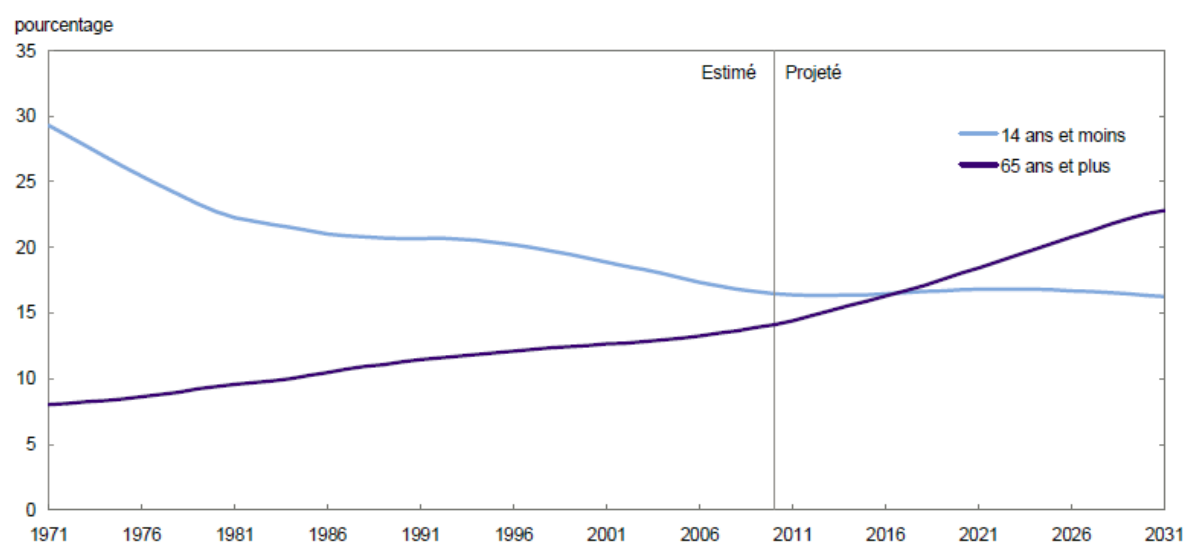
médicaux reçus (*Le système de santé et de services sociaux du Québec*, 2008). De façon générale, le prix étant nul pour le consommateur, la demande ne dépend donc pas du prix monétaire payé par le patient, mais bien de son état de santé. Il est par conséquent plus approprié de parler de besoins que de demande afin de déterminer la quantité de soins nécessaires.

Profil du consommateur Les besoins en soins de santé possèdent plusieurs particularités qui rendent la prédiction difficile. En effet, les consommateurs de soins de santé ne sont pas tous identiques et se différencient selon 12 déterminants établis par l'Agence de santé publique du Canada (Agence de la santé publique du Canada, 2007):

1. « le niveau de revenu et le statut social;
2. les réseaux de soutien social;
3. l'éducation et l'alphabétisme;
4. l'emploi et les conditions de travail;
5. les environnements sociaux;
6. les environnements physiques;
7. les habitudes de santé et la capacité d'adaptation personnelles;
8. le développement de la petite enfance;
9. le patrimoine biologique et génétique;
10. les services de santé;
11. le sexe;
12. et la culture.»

Par conséquent, selon ces facteurs socio-économiques, géopolitiques et démographiques, l'état de santé du patient peut varier considérablement. De plus, certains facteurs peuvent influencer de façon plus drastique la demande de soins de santé tels que le vieillissement de la population, des consommateurs mieux informés et plus exigeants et un système de médecine libéral dans lequel

les usagers peuvent consulter à chaque fois qu'ils le jugent nécessaire (Cap Concours, 2006-2013). Le facteur le plus notable est le vieillissement de la population, car en moyenne, les dépenses en soins de santé sont les plus grandes pour les patients de 80 ans et plus. En effet, les patients de ce groupe d'âge nécessitent plus de soins, principalement pour deux raisons : les maladies chroniques qui touchent une partie de la population en vieillissant et qui nécessitent des soins médicaux plus importants ainsi qu'un suivi régulier, et les coûts reliés aux soins reçus en fin de vie (Institut canadien d'information sur la santé, 2012). Au cours des prochaines années, le Québec devrait être témoin de ce phénomène, puisque la proportion de personnes âgées de 65 ans et plus devrait passer de 14,7 % en 2008 à 19,5 % en 2018, et pourrait atteindre 25,3 % en 2031. De plus, la proportion de personnes âgées de 65 ans et dépassera celle d'enfants de 14 ans et moins entre 2016 et 2021 (Figure 2.1) (Milan, 2011).



Notes : 1971 à 2005 (estimations intercensitaires définitives).
 2006 à 2007 (estimations postcensitaires définitives).
 2008 à 2009 (estimations postcensitaires mises à jour).
 2010 (estimations postcensitaires provisoires).
 2011 à 2031 (projections de population, scénario de croissance moyenne - tendances historiques (1981 à 2008)).
Sources : Statistique Canada. 2010. *Estimations démographiques annuelles : Canada, provinces et territoires*, produit n° 91-215-X au catalogue de Statistique Canada et Statistique Canada. 2010. *Projections démographiques pour le Canada, les provinces et les territoires 2009 à 2036*, produit n° 91-520-X au catalogue de Statistique Canada.

Figure 2 -1 : Proportion de personnes âgées de 65 ans et plus et d'enfants âgés de 14 ans et moins, Canada, 1971 à 2031

Les consommateurs de soins de santé pourraient être divisés en deux groupes : un groupe de consommateurs rationnels qui sont capables de prendre en charge leur état de santé et qui peuvent

manœuvrer à l'intérieur du système de santé afin d'améliorer ou de préserver leur condition de santé, et un groupe de consommateurs qui dépendent des professionnels de la santé. Les consommateurs dépendants exercent une plus grande pression sur le système puisqu'ils nécessitent un plus grand nombre de soins et des moyens de communication particuliers. Par exemple, les personnes âgées souffrant de démence ne pourront pas gérer des rendez-vous médicaux et leur prise de médicaments par eux-mêmes, et nécessiteront des soins en centre d'hébergement ou par l'entremise de leurs proches. Il est donc essentiel de tenir compte de ces informations lors de la prévision de la demande de soins (*Les Indicateurs de suivi et d'évaluation de la politique de population au Maroc*, 2009).

Nature du besoin Les besoins se caractérisent également par leur nature plus ou moins prévisible, particulièrement pour un horizon à court terme. En effet, le système de santé est dynamique et les besoins changent tous les jours, dépendamment des urgences et des soins électifs nécessaires. Cette particularité crée un certain niveau d'imprévu quant à l'offre nécessaire. Ainsi, pour estimer l'offre nécessaire, il est nécessaire de se fier à des indicateurs mesurables, tels que le nombre de lits par établissement, le nombre de médecins par établissement et l'indice lit/population, mais aussi à partir d'estimations sur la mobilité des patients. En effet, si les patients sont en mesure de se déplacer vers un marché où l'offre est plus grande, il faut en tenir compte lors de l'estimation de la demande du marché local (Contandriopoulos, A. P., Dionne, & Tessier, 1983). Sur un horizon à plus long terme, les besoins peuvent être prévus à partir des données historiques, en les modulant selon les caractéristiques de la population, tel que le vieillissement, et selon les caractéristiques du système en tant que tel, par exemple les améliorations technologiques et la croissance des services. (Institut canadien d'information sur la santé, 2011)

L'offre de soins Afin de répondre aux besoins en soins de santé, plusieurs services médicaux sont offerts et constituent l'offre du marché des soins de santé. Or, puisque les besoins sont très grands et que les consommateurs ne paient pas pour les services rendus de leur propre poche, l'offre serait inexistante si les acteurs du système de santé n'étaient pas payés par le gouvernement (Pindyck & Rubinfeld, 2009). En fait, le gouvernement québécois crée l'offre en finançant le système de santé, mais étant donné les ressources limitées dont il dispose, l'offre ne suffit

actuellement pas à la demande. Étant donné ce fait, une file d'attente est générée pour plusieurs services. Malgré tout, les dépenses en santé restent une dépense importante pour le gouvernement, tant canadien que québécois, puisqu'en 2010, les dépenses en santé des différents paliers de gouvernement au Canada représentaient 11,9 % du PIB, et pour la même année, les dépenses en santé du gouvernement québécois représentaient 12,0 % du PIB de la province (Le Québec économique, 2013). Il existe donc une quantité limitée de ressources matérielles et humaines disponibles pour répondre aux besoins, quantité qui sera directement reliée à la capacité du réseau de la santé.

Afin d'améliorer la fluidité du parcours patient ainsi que de diminuer les temps d'attente, le gouvernement québécois s'efforce depuis 2004 de modifier la vision du système de santé québécois pour passer d'un modèle en silos où chaque établissement travaille de façon indépendante, à un modèle en réseau où les services seraient intégrés entre eux. Ce modèle a pour but de faciliter le trajet du patient dans le système de santé, rendant son parcours plus fluide, et de lui prodiguer des services plus rapidement tout en étant mieux informé (Direction générale de la planification stratégique, 2004). Selon Contandriopoulos, Denis, Touati, & Rodriguez : «l'intégration des soins consiste à coordonner de façon durable les pratiques cliniques autour des problèmes de santé de chaque personne souffrante. Elle vise à assurer la continuité et la globalité des soins [...]» (Contandriopoulos, A.-P., Denis, Touati, & Rodriguez, 2001). Dans cette optique, la formation des groupes de médecins de famille (GMF) s'inscrit dans ce processus comme un effort pour faciliter une meilleure accessibilité aux services pour les patients, tout en désencombrant les urgences des hôpitaux.

En plus des GMF, plusieurs établissements constituent le réseau de santé, dont les CSSS (qui comprennent la plupart du temps un CLSC, un CHSLD et un centre hospitalier), les CHSLD, les centres hospitaliers, les centres de réadaptation, et les centres de protection de l'enfance et de la jeunesse (CPEJ). En tout, il existe près de 300 établissements et 1700 points de services dans le réseau public (Savard et al., 2013). Tous ces centres de soins emploient une partie importante de la population puisqu'en 2012, plus de 6 % de la population québécoise travaillait dans le milieu de la santé, ce qui représente quelque 529,2 milliers de personnes (Institut de la statistique du

Québec, 2013). Entre autres, les gens exerçant différents métiers tels que les différents professionnels de la santé, par exemple les médecins, les infirmières, les préposés aux bénéficiaires, mais aussi le personnel paramédical comme les chercheurs et les techniciens de laboratoires, font partie de cette statistique. Tous ces travailleurs se répartissent selon trois, voire quatre différents paliers de soins. En effet, parmi les services de santé offerts, il existe différents paliers de soins : les soins primaires (ou soins de première ligne), les soins secondaires (ou spécialisés), et les soins tertiaires (ou surspécialisés) qui sont habituellement offerts dans les hôpitaux universitaires. Certains établissements vont même jusqu'à définir une quatrième ligne de soins, les soins quaternaires qui touchent des problèmes de santé encore plus pointus que les soins tertiaires (Heymans, 2005).

Pénurie d'offre Il existe une pénurie à plusieurs niveaux, que ce soit au niveau primaire en ce qui a trait aux médecins de famille, ou au niveau secondaire ou tertiaire en terme de lits dans les hôpitaux et les différents centres de réadaptation. En 2009, le Canada comptait déjà une pénurie de 3 244 médecins de famille (Buske, 2009). Or, la proportion de Québécois sans médecin de famille s'est agrandie, augmentant de 45 % entre 2008 et 2010, pour porter la proportion de patients orphelins à 25 % de la population en 2010 au Québec (pontransat.com, 2013). En ce qui concerne les soins secondaires et tertiaires, les temps d'attente ainsi que les listes d'attente dans les hôpitaux étaient très élevés, bien que les hôpitaux représentent toujours la plus importante dépense en santé au Canada. En effet, en 2008, la part des dépenses de santé allouée aux hôpitaux se chiffrait à 28,0 % des dépenses totales en santé (Institut canadien d'information sur la santé, 2013). L'offre en santé est clairement une préoccupation importante du gouvernement tant canadien que québécois, et il est donc important de la mesurer et de suivre son évolution.

Capacité réelle vs capacité théorique Il apparaît évident qu'il existe deux façons de mesurer l'offre du système de santé : l'offre officielle par établissement en terme de lits et l'offre réelle qui tient compte de la capacité en ressources humaines et de la performance des établissements. Il est plus approprié dans ce cas d'utiliser les données les plus près de la réalité afin de mesurer la capacité réelle du système de santé ainsi que le niveau de surcapacité atteint. En effet, on parle de surcapacité lorsque les établissements fonctionnent à plus de 100 % de leur capacité acceptable

ou que le taux d'utilisation du personnel dépasse les normes établies (Wejr, 2009). Étant donné le taux d'occupation prolongé des lits, les hôpitaux doivent faire face à la situation en utilisant des civières en tant que lits, et se retrouvent ainsi avec des taux d'occupation dépassant les 100 %. Cette solution qui ne devrait être que temporaire et résoudre un problème à court terme est devenue une pratique courante à long terme dans plusieurs établissements pour résoudre le problème d'engorgement (Association des infirmières et infirmiers du Canada, 2009).

2.1.2 Inadéquation entre l'offre et la demande

Étant donné les problèmes d'engorgements et les listes d'attente grandissantes, il apparaît évident qu'il existe un désalignement entre l'offre et la demande de soins de santé.

Problèmes d'engorgement Les problèmes d'engorgement peuvent être créés lorsque la capacité ne correspond pas à la demande, que les ressources disponibles ne sont pas suffisantes pour rattraper le travail en retard et qu'il est impossible de diminuer la demande (Syndicat canadien de la fonction publique, 2004). Les problèmes d'engorgement trouvent également leur source dans la mauvaise prédiction des besoins en lit de réadaptation. En effet, une fois opéré, le patient a souvent besoin de soins post opératoires et doit donc être transféré dans un département ou un établissement de réadaptation. Or, si aucun lit n'est disponible dans ce service, le patient occupe inutilement un lit du département où il a été opéré, alors qu'un autre patient pourrait utiliser ce lit. En mars 2010, plus de 8 % des lits d'hôpitaux de la région montréalaise étaient occupés par des patients en attente d'être transférés, ce qui représente 150 à 200 lits de réadaptation et 200 à 300 lits d'hébergement. Pour obtenir des temps d'attente plus raisonnables, ce taux devrait être de 5 % ou moins ("La pénurie de lits dure," 2010).

Problèmes d'allocation En ce qui a trait aux transferts de patients autres que pour un transfert en réadaptation ou en centre d'hébergement, que ce soit intra-établissement ou entre établissements, ils devraient être minimisés puisqu'ils comportent des risques pour les patients déjà malades et occasionnent des coûts supplémentaires au système de santé. Dans une situation idéale, les patients devraient être dirigés dès la première consultation vers le bon professionnel ou le bon

département afin d'optimiser l'efficacité des soins et de tenir les coûts au minimum. Un transfert non nécessaire traduit une mauvaise prévision du parcours du patient, ce qui engendre une mauvaise allocation des ressources disponibles. Cependant, il existe certaines raisons qui justifient le transfert du patient tel que la spécificité de la maladie en cause, l'absence d'un médecin compétent ou la surcharge du service (Paquet, 2006).

Listes d'attente En plus du problème d'engorgement dans les hôpitaux, l'inadéquation entre l'offre et la demande conduit à la création de listes d'attente pour de nombreuses spécialités. Cependant, ce mécanisme est imparfait puisque tous les patients inscrits sur la liste d'attente n'ont pas tous le même niveau de priorité. En effet, pour une chirurgie élective, un patient peut devoir attendre plusieurs années avant de voir le spécialiste étant donné que les cas d'urgence passeront toujours de façon prioritaire. Le ministère de la Santé a établi des cibles dans le *Plan décennal pour consolider les soins de santé* en 2004 en ce qui concerne les temps d'attente et ces cibles doivent absolument être atteintes dans les cas de cancer par exemple. Les patients pour lesquels aucune cible n'est définie pourront donc être dépassés dans la file d'attente par les patients prioritaires avant de réussir à rencontrer le médecin et d'être opérés. Cependant, certains secteurs peuvent être assez performants. Par exemple, les patients en attente d'une chirurgie de remplacement de la hanche, une chirurgie élective, peuvent s'attendre à des délais moyens de 18 semaines, bien que la cible gouvernementale soit de 26 semaines. En pratique, 79 % des patients qui sont opérés respectent ce délai gouvernemental (Richard, 2013). Cependant, il n'existe pas une liste coordonnée pour tous les établissements, ce qui crée des dédoublements de liste et qui fausse la perception de la quantité de patients en attente. Selon Lewis *et al*, les listes d'attente seraient surestimées de 20 à 30 % (Lewis et al., 2000). Il est également difficile de savoir qui attend pour quoi et depuis combien de temps. En effet, un patient peut s'inscrire auprès de plusieurs spécialistes et ainsi "magasiner" où il aura accès à l'intervention nécessaire le plus rapidement possible. Il devient donc difficile de gérer le volume de demande réelle puisqu'on ne peut pas suivre l'évolution de la demande réelle (Romanow, 2002).

En fait, les mécanismes traditionnels du marché pour contrôler l'offre et la demande ne s'appliquent pas dans le marché des soins de santé puisque la demande de soins n'est pas régulée

de façon traditionnelle par le prix payé directement par les consommateurs pour les services rendus. Les freins habituels ne peuvent donc pas s'appliquer, mais l'offre de soins, elle, est bel et bien limitée. Par conséquent, cette situation amène des difficultés dans la gestion du système de santé.

2.2 Réseau de la santé

Le système de santé a subi d'importants changements au cours des dernières années. L'objectif est maintenant d'avoir un réseau efficace et efficient, dans lequel la demande est répartie de façon équitable et où les besoins sont orientés aux bons endroits rapidement.

2.2.1 Suivi des flux de patients

Afin de cerner le comportement des utilisateurs et de suivre les déplacements effectués parmi les divers établissements sur l'île de Montréal, la cueillette de données est cruciale. Une bonne connaissance des corridors de service les plus employés permettrait de fluidifier le système et d'établir des corridors de communication correspondants. Or, pour conserver ces données concernant les flux de patients dans les différents établissements, plusieurs banques de données existent. Elles permettent de tenir compte des visites effectuées par les patients aux différents points de service, en plus de permettre à la Régie d'assurance maladie du Québec (RAMQ) de payer les médecins selon les actes effectués.

En tenant compte des banques de données utilisées par le MSSS, il existe actuellement plus d'une centaine de banques de données (BDD). Or, la difficulté réside dans le manque de coordination entre toutes ces banques de données. En effet, il est pour le moment impossible de regrouper rapidement les données contenues dans les BDD afin de suivre les interventions subies par un patient dans différents établissements. Le jumelage de toutes ces informations représenterait une tâche colossale étant donné la quantité d'informations contenues dans les BDD, qui peuvent s'étendre sur plusieurs années. Dans un effort de remédier à cette situation, une plateforme de service nommée Environnement pour la Promotion de la Santé et du Bien-Être (Environnement

pour la Promotion de la Santé et du Bien-Être) a été lancée en 2007 afin de permettre aux chercheurs universitaires et gouvernementaux d'avoir accès aux informations contenues dans les banques de données administratives, d'enquêtes ou d'autres banques de chercheurs (Environnement pour la Promotion de la Santé et du Bien-Être, 2013).

Également, la SOGIQUE (Société de gestion informatique du Québec), créée il y a une quinzaine d'années, puis intégrée en 2013 au MSSS sous le nom de Direction générale des technologies de l'information (DGTI) a pour mandat de promouvoir, de gérer et de faciliter l'utilisation des technologies de l'information (TI) au Québec dans le domaine de la santé et des services sociaux. La DGTI propose 27 programmes qui s'étendent à toutes les régions du Québec, en plus de gérer les BDD associées à chaque programme. L'intégration des données par un même département est un pas dans la direction du dossier médical électronique général, mais l'envergure des tâches ainsi que leurs nombres freinent l'implantation rapide d'un système informatique général pour l'ensemble du Québec (*Mission*, 2014).

2.2.2 Outils d'évaluation des flux de patients

Étant donné les problèmes causés par l'incertitude en ce qui a trait à la demande présente et future de soins de santé, les gestionnaires, tant au niveau des établissements qu'au niveau des Agences, ou au niveau ministériel, ont besoin d'outils afin de pouvoir mieux prévoir cette demande et faire face aux difficultés. En effet, une meilleure prévision de la performance et de l'utilisation du système de santé leur permet de mieux prévoir la capacité nécessaire et d'obtenir une adéquation satisfaisante entre l'offre et la demande.

Cependant, il existe toujours un goulot d'étranglement présent au niveau des spécialistes, puisque même après avoir consulté un médecin omnipraticien et avoir obtenu une demande de consultation, le patient doit trouver un spécialiste disponible. Selon le rapport présenté en février 2004 par le gouvernement québécois, des corridors de services devaient être établis pour diriger les patients vers les médecins spécialistes (Direction générale de la planification stratégique,

2004). Ces corridors de services permettraient d'éviter le dédoublement des patients sur les listes d'attente et de mieux planifier où diriger les flux de patients.

Afin de remédier à cette situation, une étude a été menée pour une situation semblable en Suisse afin d'établir les étapes à suivre d'un plan d'action qui aiderait à résoudre le problème. Ce plan se divise en trois étapes :

1. Mise en place d'un logiciel de gestion des lits disponibles (que ce soit les lits de réserve ou les lits réguliers) qui aurait la capacité de prédire les mouvements futurs et de tenir le compte des statistiques d'occupation passées et présentes.
2. Mise en place d'un formulaire de sortie et d'un tableau de transport ainsi que d'une interface qui permettrait de valider si les mouvements prévus par le logiciel ont bel et bien eu lieu.
3. Création d'un agenda des entrées par discipline selon une demande d'admission généralisée afin de faciliter les échanges d'informations entre les différents acteurs responsables du patient (Fontannaz & Del Bianco, 2012).

La réalisation de ce plan et l'utilisation des outils informatiques contribuent à faciliter le flux du patient dans le milieu hospitalier. Une autre étude faite en Suisse, concernant cette fois l'organisation et la coordination de neuf sites hospitaliers regroupés en trois centres et un institut, montre aussi l'efficacité des outils informatiques. En effet, en 2008, il existait un déséquilibre entre les taux d'occupation des différents hôpitaux et un manque de coordination entre eux créait des temps d'attente très longs et une insatisfaction des patients. Afin d'améliorer l'expérience des patients au sein de l'hôpital, une nouvelle unité de gestion des flux des patients a été créée, en plus d'implanter des outils informatiques qui permettait de mieux diriger les patients vers un hôpital où la capacité permettrait de les accueillir plus rapidement. L'unité a permis de standardiser les procédures que ce soit avant le séjour, lors de l'accueil des admissions programmées, pendant et à la fin du séjour et lors du suivi après le séjour. En unifiant les procédures dans les différents établissements, le transfert d'un patient d'un établissement à un

autre devient beaucoup plus facile et toutes les étapes du processus s'en trouvent fluidifiées (Del Bianco, 2012).

Cependant, l'utilisation d'un dossier médical électronique unique et accessible reste un sujet épineux. Selon Cross, bien que l'utilisation des ordinateurs se soit généralisée à un grand nombre d'activités, le milieu médical résiste à la révolution de l'information par l'informatique, et ce, presque partout dans le monde. L'utilisation des dossiers papier reste la norme, bien que cette situation soit sous-optimale (Cross, 2000).

Les outils informatiques de gestion et de prévision de la demande peuvent donc améliorer grandement l'expérience du patient lors de son séjour à l'hôpital, en plus d'améliorer le temps de service et de diminuer les listes d'attente. Une meilleure gestion des flux de patients profite donc tant au patient qu'aux établissements qui fournissent les services de soins.

2.2.3 Coordination des flux de patients

Une fois que les flux de patients sont bien connus, il est intéressant de savoir comment les coordonner pour obtenir une meilleure répartition de la demande par rapport à la capacité. Pour ce faire, la mise en place d'un système de guichet unique peut faciliter la standardisation des processus et permettre de mieux gérer les patients prioritaires. En France, le guichet unique a été implanté afin de gérer les demandes du service de gériatrie. Ce système a permis de mieux analyser les besoins des personnes âgées et de mieux les orienter vers le service approprié. Par conséquent, il y a une meilleure adéquation entre les services nécessaires et les services effectivement rendus (Stampa et al., 2013). De façon similaire, certains CSSS ont adopté le guichet unique pour les soins à domicile afin de faciliter le retour au domicile rapide des patients, particulièrement en ce qui a trait aux personnes âgées. Ce faisant, les lits de soins de courte durée sont libérés plus rapidement, permettant à un plus grand nombre de patients d'être vus. Par conséquent, l'utilisation du guichet unique permet aux gestionnaires des hôpitaux de se concentrer sur les activités principales de l'hôpital puisque la partie de leur fonction touchant les soins à domicile est extériorisée (Carrier, 2013).

Dans la même optique d'efficacité, une étude a été menée en 1997 à St-John's, à Terre-Neuve, afin d'établir l'incidence d'un accès à point unique sur le taux d'utilisation des lits de longues durées dans des foyers de soins infirmiers (FSf), tout en tenant compte du fait que le taux d'occupation de ces lits par des patients atteints de déficience est un point important à mesurer. La mesure étudiée pour analyser l'efficacité du système à point unique était le temps écoulé entre le placement du patient dans un FSf et le moment de son décès. Le système d'admission à point unique a été mis en place en 1995, alors que les FSf comportaient 996 lits disponibles et que la population âgée de 75 ans et plus était de 8 435 personnes. Pour les besoins de l'étude, deux groupes tests ont été formés : en 1995-1996, comportant 467 patients, et en 1999-2000, comportant 464 patients. La proportion recommandée de patients ne souffrant pas de déficience était de 75 % en 1995-1996 et de 72 % en 1999-2000; or la proportion de patients souffrants de déficience était alors de 64 % pour les deux périodes à l'étude. Suite à la création d'un arbre de décision, la proportion préconisée de patients atteints de déficience en FSf aurait été de 44 %, ce qui montre que la situation n'était pas optimale. Or, les besoins prévus pour les lits de soins de longue durée étaient beaucoup plus grands que le nombre de lits disponibles. L'étude a donc mené à la conclusion que l'accès à point unique contribuait à améliorer l'utilisation des lits de longue durée de façon efficace, bien qu'il n'y ait pas une quantité suffisante de lits pour répondre à la demande croissante. De plus, l'étude a permis de déterminer que l'allocation géographique des lits n'était pas optimale, et donc qu'une reconfiguration géographique selon la composition de la clientèle serait nécessaire (McDonald et al., 2005).

Aux États-Unis, l'organisation Healthcare Networks of America (Healthcare Networks of America) se charge d'optimiser l'adéquation patients-fournisseurs de soins pour 17 000 professionnels de la santé depuis 1993. HNA offre ses services dans les 50 États et cherche à optimiser l'accès des patients aux soins de santé tout en fournissant des ressources pour gérer les cabinets médicaux plus efficacement. En améliorant la pratique des fournisseurs de soins et l'accès aux soins, plus de patients peuvent être vus, plus rapidement (Healthcare Networks of America, 2014).

Également aux États-Unis, des réseaux d'IHNs (Integrated Healthcare Networks) coordonnent l'offre et la demande de soins primaires. Ces réseaux sont particulièrement utilisés pour les problèmes de douleurs chroniques, qui nécessitent des soins continus. Selon Wan, la performance de ces réseaux était améliorée par la taille du réseau, le nombre de médecins affiliés et la marge de profit, mais était désavantagée par une plus grande durée de séjour et par des problèmes d'efficacité technique. Cependant, au cours des années étudiées, ces réseaux montraient une très bonne performance de façon continue, surtout lorsque des systèmes de support à la décision de l'équipe de management étaient disponibles (Wan & Wang, 2003).

2.3 Modélisation des différents paramètres et des flux

Le système de santé est un système complexe, dans lequel plusieurs paramètres entrent en ligne de compte. Lorsqu'il est question de modélisation, il est souvent nécessaire de faire un choix et de restreindre les paramètres de façon à obtenir une solution réalisable, mais qui est proche de la réalité. Plusieurs études se sont penchées sur la question de la modélisation, particulièrement en ce qui a trait à la durée de séjour et au taux de rotation, deux notions essentielles lorsqu'il est question de prévoir le niveau d'occupation et le temps d'attente.

2.3.1 Méthodes de modélisation du réseau de la santé

La modélisation d'un réseau de santé complet est une tâche complexe étant donné le nombre de variables et la quantité d'imprévus possibles. Par conséquent, les méthodes et les outils de modélisation d'un réseau intégré entier en santé sont rares. Cependant, certains modèles existent afin d'optimiser les flux de patients dans certains services en particulier.

Une méthode fréquemment utilisée est la modélisation par simulation. Un premier modèle développé en 2006 par Rohleder et al. afin de modéliser les centres de services patients utilise les techniques de simulation. Cette méthode permet de simuler des événements discrets de façon descriptive et flexible et accommode la structure de demande de cette situation particulière. Les résultats obtenus permettent d'analyser la configuration des centres de service et d'estimer les

ressources nécessaires afin de répondre à la demande en respectant les délais d'attente recommandés. De plus, un objectif de cette recherche était de développer un modèle pour un nouveau centre de service qui serait plus grand, modèle qui permettrait d'améliorer les opérations et l'utilisation des ressources. Après avoir étudié divers scénarios et ajusté les données selon les informations les plus récentes, un modèle représentatif a été utilisé lors de la création du nouveau centre de service, mais a dû être réajusté suite une hausse de la demande plus grande que prévue. D'où l'importance de comprendre que la modélisation d'un système de santé est un processus continu et qu'un modèle complet dynamique serait la meilleure façon de prédire et de comprendre les résultats réels (Rohleder, Bischak, & Baskin, 2006).

Un deuxième modèle, développé en 2010 par Rodier pour le nouvel hôpital Estaing en France, explore différentes approches de modélisation des flux hospitaliers en tenant compte de plusieurs paramètres tels que le parcours du patient en tant que tel, les ressources humaines et les ressources matérielles, tel que la capacité des lits. De plus, Rodier propose une méthode de simulation à événements discrets afin de définir et de mettre en place des indicateurs de performance afin de faciliter la prise de décisions du point de vue des gestionnaires (Rodier, 2010).

Encore par un modèle de simulation, le problème de modélisation du parcours des patients atteint d'une blessure traumatique aiguë de la moelle épinière a été étudié dans un centre de Colombie-Britannique en 2013. En étudiant trois scénarios typiques, la modélisation du système met en lumière l'impact indirect de plusieurs interventions médicales et administratives, que ce soit en amont ou en aval du continuum de soins. Les résultats pratiques ont permis de diminuer la durée de séjour ainsi que de diminuer l'utilisation des lits de réadaptation (Santos et al., 2013).

Finalement, en avril 2014, une équipe a recensé vingt-deux études et les méthodes qui y sont utilisées pour modéliser les systèmes de santé afin de comparer la méthode de modélisation markovienne avec la méthode par simulation d'événements discrets. La conclusion de cette étude est que la modélisation par simulation d'événements discrets est plus précise et permet de prendre de meilleures décisions concernant l'allocation des ressources. Cependant, cette méthode est plus

coûteuse et demande plus de temps et de données précises (Standfield, Comans, & Scuffham, 2014).

2.3.2 Méthodes de modélisation de la durée de séjour

La modélisation de la durée de séjour est un élément important lorsqu'il est question de prévoir la quantité de lits nécessaires. En effet, le taux de rotation des lits ainsi que la durée moyenne de séjour sont des facteurs déterminants dans la prévision de l'offre et de la demande de soins. La modélisation de la durée a donc été étudiée pour la création de divers modèles.

Une première méthode est la méthode de régression classique où la durée est estimée à partir de différents paramètres. Marazzi et al. ont étudié la pertinence de trois modèles : Log-normal, Weibull et Gamma. Les trois méthodes permettent d'ajuster la plupart des distributions observées. De plus, plusieurs facteurs influencent le choix du modèle le plus représentatif, par exemple le pays où la durée de séjour est mesurée et le DRG (diagnosis related group) étudié (Marazzi, Paccaud, Ruffieux, & Beguin, 1998).

Une deuxième méthode est la modélisation et la simulation de flux afin de minimiser le délai moyen de séjour. En modélisant le flux de patients au service d'accueil des urgences par la méthode SADT (*Structured analysis and design technique*), il est possible d'identifier les goulots d'étranglement et ainsi de connaître les facteurs qui augmentent le délai moyen de séjour. Grâce à la simulation, une réorganisation du service a permis de réduire la durée de séjour de 30 %. L'organisation des processus a donc un impact significatif sur la durée moyenne de séjour (El Oualidi & Saadi, 2013).

Une troisième façon de modéliser les durées de séjour est l'utilisation de méthodes statistiques de classification qui permettent d'identifier les groupes homogènes de malades dont la durée de séjour est hors norme. Parmi les méthodes statistiques de classification, celles utilisées sont l'analyse en composantes principales, la classification hiérarchique, l'analyse discriminante et le modèle de mélange. Grâce à ces méthodes, les groupes de patients sont divisés en différentes

catégories qui permettent de mieux repérer ceux qui s'écartent des durées de référence nationale (Delhumeau, 2002).

Finalement, une quatrième méthode est la distribution phase-type. Cette méthode permet d'obtenir une représentation logique de la durée de séjour en représentant les étapes du processus comme une suite de phases. Ainsi en ajoutant des phases, on obtient une meilleure précision, mais on augmente rapidement la quantité de paramètres et le temps de calcul. Dans le cas étudié par Dorval et al., les durées de séjour post-opératoires en orthopédie, la distribution phase-type est basée sur la théorie de chaînes de Markov, puis raffinée par l'utilisation d'arbres de régressions qui permettent d'ajouter des facteurs secondaires. Le modèle obtenu donne des résultats satisfaisants et permet de tenir compte de nombreux facteurs qui influencent la durée de séjour (Dorval, Ruiz, & Soriano, 2012).

Il existe donc plusieurs façons de modéliser la prévision des durées de séjour. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients et il faut choisir celle qui est la plus appropriée selon l'objectif recherché.

2.3.3 Méthodes de modélisation du taux de rotation

Un autre élément qu'il est intéressant de modéliser est le taux de rotation. Étroitement relié à la durée de séjour, le taux de rotation est défini comme étant le nombre de patients par lit par année.

Une première méthode utilisée pour améliorer le taux de rotation a été développée en France dans huit établissements afin d'améliorer la gestion de leurs lits. En identifiant et mobilisant les journées où les lits n'étaient pas utilisés à leur plein potentiel, le niveau d'activité a pu être augmenté sans pour autant augmenter les coûts ou le nombre de lits. De plus, la réorganisation a permis d'améliorer la conciliation des séjours d'urgence versus les séjours programmés. En développant un tableau de programmation informatisé, la gestion et la prévision du besoin des lits ont pu être facilitées. Le remaniement du processus administratif et logistique des sorties a mené à la création d'une liste de vérification facilitant la sortie du patient, permettant du même coup de

libérer les lits plus rapidement et donc d'augmenter le taux de rotation (Cauterman & Engel, 2006).

Dans un même ordre d'idée, un rapport datant de 2012 arrive à la conclusion qu'une meilleure maîtrise des services en aval de l'hospitalisation des patients permet d'offrir des services plus efficaces, en diminuant la DMS et en augmentant le taux de rotation. En mettant l'accent sur l'importance de l'adéquation entre l'admission et l'hospitalisation du patient, les coûts sont diminués (Acker, Bensadon, Legrand, & Mounier, 2012).

Pour conclure, le taux de rotation est un bon indicateur de la performance et de l'efficacité d'un établissement. En utilisant des outils et des jalons pour mesurer l'amélioration du taux de rotation, il est possible de diminuer les coûts et de traiter plus de patients.

CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

Au cours de l'élaboration de ce mémoire, une certaine méthodologie a été suivie afin d'arriver à construire un modèle d'optimisation permettant d'acheminer les flux de patients en attente de service orthopédique dans le système de santé montréalais. La Figure 3-1 illustre les différentes étapes qui ont été suivies suite à la revue de littérature.

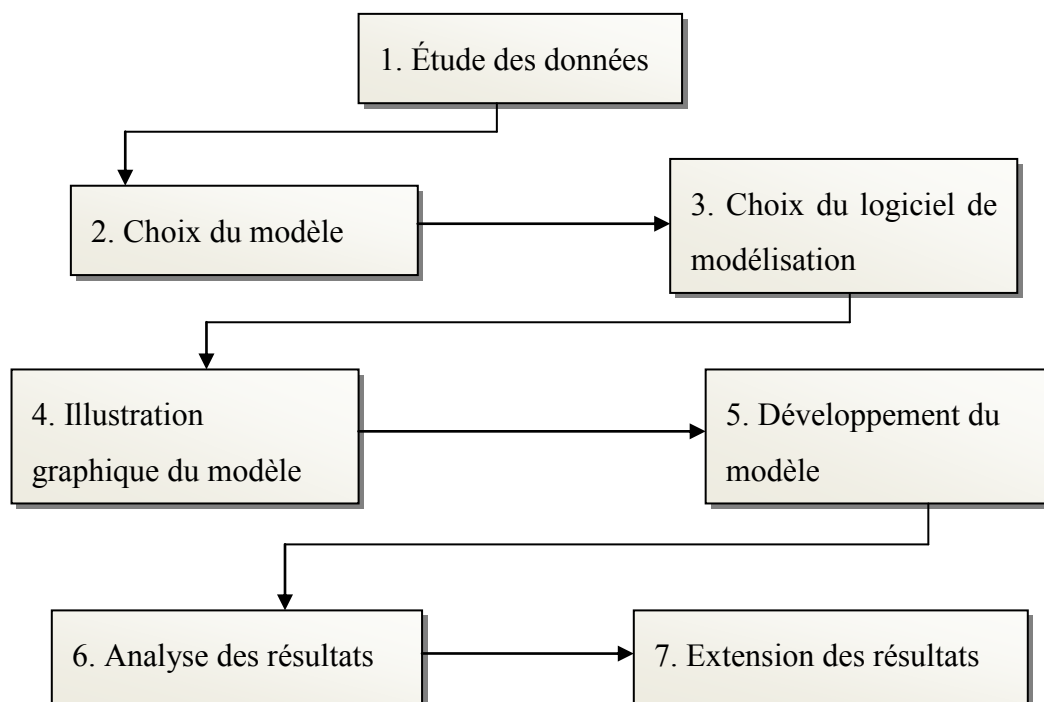


Figure 3-1 Méthodologie utilisée

Le projet a pour objectif de comparer l'impact de l'utilisation d'un système fonctionnant en réseau par rapport à un système fonctionnant en silos pour les établissements de santé en orthopédie de la région de Montréal, particulièrement au niveau du temps d'attente des patients. En effet, les délais étant très longs, parfois même trop longs puisque certains dépassent les délais prescrits par le MSSS, la recherche de solutions au niveau de la configuration du réseau pour optimiser les temps d'attente est aujourd'hui très pertinente. Étant donné que le projet est fait en collaboration avec l'ASSS, la première étape (étape 1) est l'étude des données fournies par l'ASSS de Montréal. Leurs données sont tirées de la base de données de la RAMQ et portent sur l'ensemble de l'année 2009. Ces données fournissent de l'information sur l'origine et la destination des patients

montréalais ainsi que sur leur durée de séjour, leur groupe d'âge et le mois de leur visite dans un des établissements de santé québécois. Cependant, les données sont agrégées pour préserver la confidentialité des patients, ce qui empêche d'effectuer un suivi précis du parcours patient d'un établissement à l'autre. Ces données sont l'objet d'une analyse plus poussée au chapitre 4, où les performances du système pour l'année 2009 sont étudiées. D'après ces analyses, il est possible de dégager les problèmes de performance et les améliorations possibles. De plus, en analysant les données, on prépare le terrain pour les suggestions qui seront proposées en comparant les données aux résultats que l'on obtiendra grâce au modèle.

Les deuxième (étape 2) et troisième étapes (étape 3) sont le choix du type de modèle qui sera utilisé pour représenter le problème ainsi que le choix du logiciel utilisé pour la modélisation. Ces deux étapes vont de pair puisque le choix du modèle requiert l'utilisation d'un logiciel capable de prendre en charge un grand nombre de variables et de contraintes. Le choix de traiter le problème comme un problème de flux dans un réseau d'une source à un puits grâce à un modèle de minimisation des coûts entraîne un nombre important de variables dû au nombre d'établissements constituant le réseau. De plus, la dynamisation du problème apporte un lot de contraintes supplémentaires qui alourdissent le modèle. Cependant, nous avons fait le choix d'utiliser la programmation linéaire en nombre entiers afin d'obtenir une solution optimale qui nous permettra de comparer les différents modèles entre eux. Comme décrit dans la littérature, plusieurs études ont choisies d'utiliser la simulation afin de modéliser le système de santé, mais cette option permet seulement de connaître un cas particulier, basé sur des données précises. Puisque nous nous intéressons à modéliser les flux de patients afin de comparer l'efficacité d'un modèle réseau par rapport à la situation actuelle dans diverses configurations des paramètres, la programmation linéaire nous permettait de valider nos hypothèses plus facilement. De plus, la programmation linéaire permet d'obtenir une solution optimale qui inclut toutes les contraintes voulues, et permet d'ajouter aisément des contraintes pour plus de précision, particulièrement dans le cas où on voudrait développer sur le modèle de base pour représenter de façon plus pointue toutes les implications observées en réalité. Puisque nous avons choisi la programmation linéaire, nous avons choisi le logiciel AIMMS, qui est un système de modélisation d'optimisation qui permet de construire une interface graphique illustrant les résultats obtenus. AIMMS est capable de supporter et de traiter ce problème de programmation linéaire grâce au solveur CPLEX 12.4.

La quatrième étape (étape 4) et la cinquième étape (étape 5) vont également de pair. La quatrième étape est la représentation graphique du modèle et la cinquième étape est le développement du modèle. L'étape d'illustration du modèle permet d'épurer le réseau réel afin d'en tirer un réseau simplifié qui concorde avec les données disponibles. Les éléments importants sont conservés et permettent de déterminer les éléments dont il faudra tenir compte dans le modèle mathématique. Cependant, il faut garder en tête l'objectif retenu pour le modèle mathématique lors de la représentation graphique du réseau afin d'obtenir un modèle cohérent. À partir de cette étape, les éléments nécessaires au modèle sont définis (les variables, les contraintes, la fonction objectif) et les éléments attendus par le modèle sont pris en compte (nombre d'établissements, capacité, horizon, nombre de requêtes, etc.). Lors du développement du modèle, ces informations sont prises en compte. Le développement du modèle permet d'obtenir un outil pour évaluer les flux de patients dans le réseau, et particulièrement les temps d'attente observés durant l'année. À partir du modèle de base développé, nous formulerons plusieurs modèles comportant différentes contraintes, afin de comparer diverses configurations du système de santé entre elles. Nous partirons de la prémisse que le modèle réseau de base devrait être le plus performant, mais nous voulons le comparer à des configurations intermédiaires entre le modèle réseau et le modèle en silos. Nous allons donc développer quatre variations sur le modèle de base, soit le modèle avec échanges permis entre établissement, le modèle avec un pourcentage restreints d'échanges entre établissements, le modèle avec déviation permise après un certain délai, et le modèle avec aucun échange permis qui correspond plus ou moins à notre modèle en silos. À l'aide des cinq modèles développés, nous pourrions analyser plusieurs scénarios afin de déterminer la performance de chacune des configurations du système.

La sixième étape (étape 6) est l'analyse des résultats obtenus grâce aux modèles. Les informations fournies par le modèle fournissent un indicateur quant à la performance possible du système et il est donc intéressant de se pencher sur les résultats obtenus pour comparer la performance théorique avec la performance réelle observée en 2009. En faisant varier les paramètres d'environnement du réseau (la durée de séjour, le taux de rotation, le remplissage initial), nous pourrions déterminer leur impact sur chacun des modèles. Par conséquent, en faisant l'analyse de scénarios, nous pourrions non seulement déterminer la performance des modèles entre eux en ce qui a trait à l'allocation de patient et à leur temps d'attente, mais aussi connaître l'influence des

paramètres sur le temps d'attente, le nombre de patients vus et le nombre de patients qui dépassent les délais d'attente prescrits.

La septième et dernière étape (étape 7) est une extension de la sixième étape. Nous procéderons à une comparaison des résultats obtenus grâce à la méthode déterministe utilisée pour définir les paramètres avec ceux obtenus grâce à une méthode stochastique. Nous introduirons des variables aléatoires afin de prendre en compte l'incertitude associée à plusieurs paramètres, étant donné la nature imprévisible du monde réel dans le secteur de la santé. Cependant, comme nous travaillons avec un problème de grande taille, nous nous limiterons à formuler deux paramètres de façon probabiliste. Nous pourrions analyser la performance de chacune des façons de modéliser les paramètres.

CHAPITRE 4 ANALYSE DES BASES DE DONNÉES

Afin de comparer plusieurs configurations du système de santé entre elles, particulièrement par rapport à la situation actuelle dans laquelle le système fonctionne en silos, nous débuterons par l'examen de la situation du système de santé telle qu'elle était en 2009. Ceci nous permettra de produire des résultats se rapprochant le plus possible de la situation réelle. Par conséquent, nous avons étudié les données disponibles pour les patients montréalais pour l'année 2009. Ce chapitre présente les analyses qui ont été faites et qui ont été utilisées dans les différents modèles pour obtenir des résultats basés sur un exemple pratique.

4.1 Base de données

La base de données utilisée porte sur les séjours hospitaliers des usagers montréalais dans les établissements de santé. Les informations disponibles dans cette base de données sont : l'origine et la destination du patient (selon le CSSS, le CLSC et l'établissement), le département d'origine (s'il s'agit d'un transfert) ou le RTA (3 premiers caractères du code postal) du domicile, le département de destination, le groupe d'âge, le sexe, le mois et l'année du séjour, le type de soin, la durée de séjour et le nombre de patients. Les données sont agrégées de façon à ce que les patients ne puissent être individualisés afin de conserver leur anonymat. Par conséquent, il est impossible de tracer le parcours d'un patient en particulier à travers les différents départements ou établissements. Nous devons donc étudier des flux de patients et non des parcours individuels. La base de données est formée de quatre types de mouvements possibles : les admissions (A) à partir de la maison (il est à noter que les admissions à partir de centres d'hébergement sont considérées comme des transferts externes et non des admissions de la maison), les transferts inter-départements (I) pour un même établissement, les transferts inter-établissements (O) et les retours à la maison (R). Il est à noter que les retours à la maison ne tiennent pas compte des centres d'hébergement, mais seulement des retours au domicile. La répartition de ces mouvements pour l'année 2009, tout établissement et tout département confondus est présentée au tableau 4.1.

Tableau 4-1 Répartition des mouvements de la base de données

Type de transfert	Nombre de patients	Pourcentage
Admissions (A)	209 862	47 %
Transferts internes (I)	10 956	2 %
Transferts externes (O)	7 981	2 %
Retours (R)	220 809	49 %

On peut voir que pour un total de 449 608 mouvements, le nombre d'admissions est pratiquement égal au nombre de retours, ce qui suggère que la majorité des patients admis au cours de l'année séjournent moins d'un an dans un établissement avant de retourner à leur domicile, mais qu'un certain nombre de patients a une durée de séjour extrême, plus grande qu'un an.

4.1.1 Origine

Une analyse de l'origine des patients peut être intéressante afin d'en apprendre plus sur les flux de patients. En triant les données par CSSS, on peut mettre en lumière la disparité entre le nombre de patients provenant de chaque région et la population du CSSS en question. Ce faisant, on peut voir quel CSSS est un plus grand consommateur de soins et si la répartition est plus ou moins égale entre les douze CSSS qui sont sous la responsabilité de l'Agence montréalaise. Le tableau 4.2 présente les différentes répartitions.

À partir de la troisième colonne du tableau 4.2, on voit que la répartition des admissions par CSSS peut varier assez considérablement. La variation entre les CSSS peut aller de 0,1 % des admissions pour le CSSS Cote-St-Luc - NDG - Montréal-Ouest à 40 % pour le CSSS CDN - Metro - Parc-Extension. Notons que les données pour les admissions du CSSS St-Leonard - St-Michel ne sont pas disponibles et que seules les données sur les retours à la maison sont disponibles pour ce CSSS.

Tableau 4-2 Répartition de la population et des admissions par CSSS

CSSS d'origine	Population	Pourcentage	Nombre d'admissions	Pourcentage
Ahuncic - Montréal-Nord	162 435	9%	6 043	3%
Cote-des-Neiges - Metro - Parc-Extension	219 770	12%	83 618	40%
Cote-St-Luc - NDG - Montreal-Ouest	121 900	6%	293	0,1%
Faubourgs - Plateau-Mont-Royal - St-Louis-du-Parc	139 875	7%	29 426	14%
Hochelaga - Mercier-Ouest - Rosemont	174 858	9%	37 917	18%
Lasalle - Vieux-Lachine	134 110	7%	13 912	7%
Nord de l'Ile - St-Laurent	142 165	8%	11 900	6%
Petite Patrie - Villeray	106 605	6%	6 179	3%
Pierrefonds - Lac St-Louis	217 530	12%	9 964	5%
Rivière-des-Praires - Anjou - Montreal-Est	194 585	10%	408	0,2%
St-Leonard - St-Michel	129 915	7%	-	-
Verdun - Cote-St-Paul - St-Henri - Pointe-St-Charles	142 995	8%	10 202	5%
Total général	1 886 743	100%	209 862	100%

Étant donnée la grande disparité entre le nombre d'admissions par CSSS, le nombre de places disponibles devrait être ajusté selon la demande par CSSS afin de minimiser les déplacements nécessaires pour les patients de chaque région. Nous pouvons ensuite comparer si le nombre d'admissions est en adéquation avec la population de chaque CSSS. Comme présenté à la première colonne de résultats du tableau 4.2, on voit que le pourcentage de population de chaque CSSS varie entre 6 % et 12 % de la population totale.

Certains CSSS sont donc responsables d'un nombre de patients plus élevé que d'autres et il serait considéré comme normal que ces CSSS soient à l'origine d'une demande plus grande. Cependant, comme nous l'avons mentionné au chapitre 2 dans la revue de littérature, des facteurs propres au consommateur entrent en jeu et peuvent faire augmenter le besoin en soins de santé tels que l'âge, le niveau de vie ou le niveau d'éducation, mais certains facteurs propres au CSSS tels que les services particuliers offerts par chaque CSSS peuvent faire varier la demande. Puisque les CSSS sont normalement composés d'un centre hospitalier, d'un CLSC et d'un CHSLD, les services

offerts devraient être représentatifs de la population desservie étant donné que le découpage fait par le MSSS est fait de façon à correspondre aux besoins du CSSS (Fleuret & Apparicio, 2011). On remarque que certains CSSS semblent en parfaite adéquation, par exemple Lasalle - Vieux-Lachine avec 7 % de la population de Montréal et 7 % des admissions, alors que d'autres ont un pourcentage d'admissions plus grand ou plus petit que le pourcentage de population, par exemple Hochelaga - Mercier-Ouest - Rosemont avec 9 % de la population montréalaise et 18 % des admissions. On peut conclure que la population par CSSS est un indicateur de la demande en soins, mais que d'autres facteurs sont à prendre en compte pour avoir un plus haut niveau de précision lors de la prévision de la demande future.

4.1.2 Destination

Maintenant que nous connaissons la répartition des patients selon leur origine, nous allons nous intéresser à leur destination. Étant donné que nous avons les données concernant les patients montréalais seulement, il est normal que la majorité d'entre eux soient admis dans un établissement montréalais (95,13 % des patients montréalais sont admis à Montréal). Cependant, 4,87% des admissions sont faites dans un CSSS d'une autre région administrative (voir Annexe A pour le détail). Étant donné que nous voulons optimiser le réseau montréalais, nous nous concentrerons plutôt sur les admissions faites dans les établissements situés sur l'île de Montréal. Nous utiliserons le taux d'attraction hors CSSS pour évaluer les différents établissements. Le taux d'attraction hors CSSS est défini comme suit (AQESSS & Montréal, 2011) :

Taux d'attraction hors CSSS =

$$\frac{\text{Nombre de patients hospitalisés dans un CSSS donné, pour les non résidents du territoire de CSSS pour une année donnée}}{\text{Nombre total d'hospitalisation enregistrées sur le territoire du CSSS quel que soit le lieu de résidence, pour la même année}}$$

Un taux d'attraction élevé signifie qu'une grande proportion des patients hospitalisés pour un CSSS donné provient du bassin de population des autres CSSS. En théorie, un taux d'attraction élevé est positivement associé à la performance de chaque CSSS. Cependant, il faut s'assurer que le CSSS est capable de répondre aux besoins de ses résidents en plus de ceux des non-résidents, et qu'il ne s'agit pas seulement d'un échange de clientèle entre CSSS. On peut voir en détail le CSSS de provenance des patients au tableau 4.3.

Tableau 4-3 Matrice Origine -Destination des admissions par CSSS

Légende:

A. Ahuntsic-Montreal-Nord

B. Cote-des-Neiges-Metro-Parc-Extension

C. Cote-St-Luc-NDG-Montreal-Ouest

D. Faubourgs-Plateau-Mont-Royal-St-Louis-du-Parc

E. Hochelaga-Mercier-Ouest-Rosemont

F. Lasalle-Vieux-Lachine

G. Nord-de-l'Ile-St-Laurent

H. Petite-Patrie

I. Pierrefonds-Lac-St-Louis

J. Rivière-des-Prairies-Anjou-Montreal-Est

K. St-Leonard - St-Michel

L. Verdun-Cote-St-Paul-St-Henri-Pointe-St-Charles

Origine Destination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Total
A	3742	70	29	123	292	30	246	222	63	540	645	41	6043
B	4987	17493	12165	3636	4346	5786	8043	3095	8836	4203	5411	5617	83618
C	20	35	68	11	21	42	18	5	20	11	17	25	293
D	2555	2012	559	7085	5463	1118	940	2863	592	2789	1734	1716	29426
E	4452	602	200	860	11075	303	557	1524	301	11349	6267	427	37917
F.	272	539	525	349	378	6751	336	260	1475	216	194	2617	13912
G.	2857	344	121	265	351	230	5188	478	1043	500	371	152	11900
H	840	319	36	274	835	47	256	2034	68	583	817	70	6179
I	68	99	103	35	46	1195	295	28	7905	42	62	86	9964
J	51	16	8	36	82	7	10	20	8	108	27	35	408
L	100	210	218	128	131	2399	131	72	241	86	78	6408	10202
Total	19944	21739	14032	12802	23020	17908	16020	10601	20552	20427	15623	17194	209862

Notons que la diagonale représente les patients qui proviennent du même CSSS que le CSSS dans lequel ils sont admis.

À partir de ces données, nous pouvons calculer les taux d'attraction hors CSSS qui sont présentés au tableau 4.4 pour l'ensemble des CSSS montréalais. Pour ce faire, nous faisons le ratio entre les admissions de patients non résidents du CSSS faites dans un CSSS donné (en faisant la somme des admissions par ligne du tableau 4.3, à l'exception des données de la diagonale) et le nombre total d'admissions faites dans ce CSSS (présenté à la dernière colonne du tableau 4.3). Notons encore une fois que les données pour le CSSS St-Leonard - St-Michel ne sont pas disponibles pour les admissions, ce qui nous empêche de connaître le taux d'attraction hors CSSS pour ce centre.

Tableau 4-4 Taux d'attraction hors CSSS par CSSS

CSSS	Taux d'attraction hors CSSS
RIVIERE-DES-PRAIRIES - ANJOU - MONTREAL-EST	73,5%
HOCHELAGA - MERCIER-OUEST - ROSEMONT	70,8%
SAINT-LEONARD - SAINT-MICHEL	-
FAUBOURGS - PLATEAU-MONT-ROYAL - ST-LOUIS	75,9%
PETITE PATRIE - VILLERAY	67,1%
AHUNTSIC - MONTREAL-NORD	38,1%
NORD DE L'ILE - SAINT-LAURENT	56,4%
COTE-DES-NEIGES - METRO - PARC-EXTENSION	79,1%
COTE-SAINT-LUC - NDG - MONTREAL-OUEST	76,8%
VERDUN - COTE ST-PAUL - ST-HENRI - POINTE-ST-	37,2%
LASALLE - VIEUX LACHINE	51,5%
PIERREFONDS - LAC SAINT-LOUIS	20,7%

Le taux d'attraction hors CSSS varie considérablement entre les différents CSSS, ce qui peut s'expliquer par la répartition des hôpitaux sur le territoire montréalais. Par exemple, la région de Rivière-des-Prairies - Anjou -Montréal-Est ne possède pas d'hôpitaux généraux, ce qui fait que les patients doivent se rendre dans un autre CSSS pour avoir accès à un hôpital général. Les séjours de ce CSSS correspondent aux patients admis dans un service spécialisé puisque les

hôpitaux de ce centre offrent des services tertiaires en santé mentale. Cet indicateur nous permet de constater que les établissements qui attirent le plus de clientèle sont plutôt regroupés au centre de l'île dans les CSSS CDN - Metro - Parc-Extension et CSSS Cote-St-Luc, ainsi que dans l'est de l'île où le bassin de population est grand, et desservent la population montréalaise provenant de plusieurs CSSS.

À partir des tableaux 4.3 et 4.4, on peut voir plus précisément si un CSSS qui a un fort taux d'attraction hors CSSS, par exemple le CSSS Cote-St-Luc -NDG- Montréal-Ouest qui a un taux de 76,8 %, réussit à voir une majorité des patients de son territoire. Si on prend pour exemple le CSSS Cote-St-Luc-NDG-Montreal-Ouest à la troisième colonne du tableau 4.4, on peut voir que 12 165 patients provenant du CSSS Cote-St-Luc vont plutôt au CSSS Côte-Des-Neiges, comparativement à 68 patients qui vont au CSSS Cote-St-Luc. Ce résultat peut indiquer que les services fournis par le CSSS ne correspondent pas aux besoins de la population locale puisque les patients doivent se déplacer dans un autre CSSS pour être hospitalisés. Le haut taux d'attraction hors CSSS pourrait s'expliquer par le petit nombre d'admissions faites sur le territoire du CSSS et par le fait qu'aucun hôpital général n'appartient à ce CSSS, mais regroupe plutôt des établissements spécialisés en réadaptation et en hébergement.

4.1.3 Transferts

Nous avons observé l'origine et la destination des patients, mais des mouvements de type transfert, que ce soit interne ou externe, ont été observés. Cependant, ces déplacements ne sont pas toujours souhaitables puisqu'ils entraînent un coût, surtout lorsqu'il s'agit d'un transfert externe inter-établissement et non seulement un transfert interne inter-département. Nous étudierons donc s'il y a plusieurs transferts nécessaires dans le réseau.

4.1.3.1 Transferts internes

En ce qui a trait aux transferts internes, au cours de l'année 2009, ils ont été au nombre de 10 956. Le tableau 4.5 présente le détail des transferts par établissement. Pour un total de 209 862

admissions, le nombre de transferts internes représente 5 % des patients. Puisqu'un certain nombre de patients est admis par l'urgence et est transféré par la suite dans un autre département, il est normal qu'il y ait des transferts internes au sein des établissements montréalais. Il est à noter cependant que les données pourraient ne pas correspondre exactement à la réalité si les transferts ne sont pas comptabilisés comme tel, mais plutôt comme de nouvelles admissions dans le département où le patient est transféré. L'exactitude des données dépend donc de l'assiduité du personnel qui entre les données dans la base de données.

4.1.3.2 Transferts externes

Étant donné que les établissements ne possèdent pas tous les mêmes spécialités, il est parfois nécessaire que des patients admis dans un établissement soient transférés à un autre établissement plus spécialisé. Une meilleure prévision des besoins pourrait contribuer à diminuer ces transferts en prévoyant quels seront les besoins du patient. Ainsi, le patient pourra être admis une seule fois dans un établissement possédant toutes les spécialités nécessaires à son traitement. Ce faisant, des déplacements seront évités et les coûts associés seront enrayés. Pour l'année 2009, 7981 transferts externes ont été enregistrés, ce qui représente 3,8 % des admissions (voir tableau 4.5). En minimisant ce nombre de transferts, on obtiendrait un système plus efficace et moins coûteux.

Tableau 4-5 Distribution des transferts internes et externes par établissement

Établissements	Nombre de transferts internes	Nombre de transferts externes
CENTRE D'HEBERGEMENT J.-HENRI-CHARBONNEAU	15	269
CENTRE HOSPITALIER DE ST. MARY	445	31
CHU SAINTE-JUSTINE	244	78
HOPITAL CATHERINE BOOTH DE L'ARMEE DU SALUT	1	658
HOPITAL DE LACHINE	266	44
HOPITAL DE LASALLE	130	45
HOPITAL DE VERDUN	780	84
HOPITAL DOUGLAS	20	40
HOPITAL DU SACRE-COEUR DE MONTREAL	904	110
HOPITAL FLEURY	437	67
HOPITAL GENERAL DE MONTREAL	581	230
HOPITAL GENERAL DU LAKESHORE	284	52

Tableau 4-5 Distribution des transferts internes et externes par établissement (suite)

HOPITAL JEAN-TALON	570	80
HOPITAL LOUIS-H. LAFONTAINE	77	21
HOPITAL MARIE CLARAC	48	958
HOPITAL NEUROLOGIQUE DE MONTREAL	32	78
HOPITAL NOTRE-DAME DU CHUM	796	283
HOPITAL RIVIERE-DES-PRAIRIES	6	9
HOPITAL ROYAL VICTORIA	505	269
HOPITAL SAINT-LUC DU CHUM	619	114
HOPITAL SANTA CABRINI	1223	56
HOPITAL SHRINERS POUR ENFANTS (QC)	2	2
HOTEL-DIEU DU CHUM	271	238
INSTITUT DE CARDIOLOGIE DE MONTREAL	223	111
INSTITUT THORACIQUE DE MONTREAL	2	50
L'HOPITAL DE MONTREAL POUR ENFANTS	144	32
L'HOPITAL DE READAPTATION LINDSAY	27	712
L'HOPITAL GENERAL JUIF SIR MORTIMER B. DAVIS	1047	287
PAV. MAISONNEUVE/PAV. MARCEL-LAMOUREUX	1192	159
PAVILLON COTE-DES-NEIGES	15	214
VILLA MEDICA	50	837
CENTRE D'HEBERGEMENT CHAMPLAIN	-	360
CENTRE D'HEBERGEMENT JACQUES-VIGER	-	155
CENTRE D'HEBERGEMENT NOTRE-DAME-DE-LA-MERCI	-	243
HOPITAL MONT-SINAI	-	222
HOPITAL RICHARDSON	-	475
INSTITUT PHILIPPE-PINEL DE MONTREAL	-	14
L'INSTITUT DE READAPTATION DE MONTREAL	-	294
Total général	10 956	7 981

Si on prend pour exemple l'Hôpital général de Montréal (HGM), qui fait partie du Centre Universitaire de Santé McGill (CUSM), on voit au tableau 4.6 que les transferts se font majoritairement entre les établissements du CUSM avec 84,1% des transferts, que ce soit les 581 transferts internes ou les 101 transferts externes en provenance des autres établissements du CUSM, mais que 15,9 % des transferts sont fait à partir d'un autre établissement.

Tableau 4-6 Transferts pour l'Hôpital général de Montréal

Établissement où est fait le transfert	Nombre de patients transférés	Pourcentage
Hopital général de Montréal (Transferts internes)	581	71,6 %
Hopital Royal-Victoria	66	8,1 %
Institut thoracique de Montréal	12	1,5 %
Hopital neurologique de Montréal	11	1,4 %
Hopital de Lachine	9	1,1 %
Hopital de Montréal pour enfants	3	0,4 %
Autres	129	15,9 %
Total	811	100 %

Le CUSM assume huit missions cliniques qui sont réparties entre ses différents établissements : la médecine pédiatrique, la médecine, la chirurgie, les neurosciences, la santé de la femme, la santé mentale et l'oncologie, et l'hôpital de Lachine (McGill, 2014). En partageant la responsabilité des services spécialisés entre différents établissements, il devient nécessaire que certains patients soient transférés au sein du CUSM là où le service est disponible. Les spécialités de l'Hôpital général de Montréal sont la chirurgie oncologique, les soins intensifs, le trauma tertiaire chez les adultes, la chirurgie, ainsi que l'urgence et les soins de santé physique. Par conséquent, il est normal que les transferts pour cet établissement soient destinés à une de ces spécialités et ces transferts résultent du choix de structure du CUSM.

Pour ce qui est des transferts externes, il est à noter qu'étant donné la mise en forme des données, les patients en provenance d'un centre d'hébergement sont considérés comme des transferts externes, alors qu'ils devraient être considérés comme des admissions à partir du domicile. Pour le CUSM, ce nombre de "faux" transferts est de 50, ce qui laisse un total de 79 transferts. C'est parmi ces transferts qu'il serait intéressant de déterminer lesquels étaient vraiment nécessaires, par exemple pour un patient hospitalisé dans un établissement tel que l'Institut Philippe-Pinel de Montréal spécialisé en psychiatrie qui doit être transféré pour une chirurgie, comparativement à des transferts qui auraient pu être évités, par exemple un transfert provenant de l'Hôpital Jean-Talon en cardiologie qui aurait pu être évité en admettant le patient directement dans le bon établissement dès la première visite. Cependant, puisqu'il n'est pas possible de suivre le parcours

du patient à travers les établissements à l'aide des données, il est difficile de déterminer la durée de séjour dans chaque établissement pour un même patient et d'identifier si le transfert était vraiment nécessaire.

Dans un même ordre d'idée, notons qu'il serait intéressant de connaître les données concernant les patients non-montréalais, puisqu'elles pourraient influencer non seulement le nombre de patients admis, mais aussi le nombre de transferts. En effet, un patient qui provient d'une autre région pourrait être plus susceptible d'être transféré entre deux établissements. Par exemple, il pourrait être admis à Montréal, mais transféré dans un établissement de sa région par après, ou le cas contraire, être admis dans sa région et être transféré dans un établissement spécialisé de Montréal. La fiabilité des données réelle est donc un facteur qu'il serait intéressant d'étudier, particulièrement si on voulait mieux prévoir la demande en soins de santé.

En conclusion, la base de données nous permet de dresser un portrait général de la situation en ce qui a trait aux séjours dans les hôpitaux de Montréal pour l'année 2009. Cependant, elle ne nous permet pas de connaître la situation en termes d'attente, ce qui aurait été pertinent dans le cadre de notre étude. Nous pouvons donc tirer des informations par rapport à l'admission des patients ainsi que pour les transferts et les retours à la maison, mais une meilleure catégorisation des soins reçus serait essentielle pour mieux comprendre les raisons des transferts et pour avoir une meilleure compréhension des raisons qui entraînent des durées de séjours extrêmement longues pour certains patients.

CHAPITRE 5 MODÈLE MATHÉMATIQUE

Dans ce chapitre, le problème de flux de patients dans le réseau de la santé sera étudié. Plus particulièrement, nous nous intéresserons à différentes façons de modéliser mathématiquement le processus de gestion de flux de patients pour les divers établissements. Dans le fonctionnement actuel du système de santé, les patients sont le plus souvent référés à un établissement en particulier, mais ce faisant, l'accès à l'information est imparfait pour les patients. Puisque nous voulons tester l'efficacité d'un système fonctionnant en réseau, nous voudrions particulièrement modéliser le cas où le patient a une référence qui n'est pas spécifique à un établissement particulier. De plus, nous développerons des variations sur le modèle de base en réseau afin de comparer la performance de différentes configurations du réseau entre elles.

5.1 Formulation du modèle mathématique réseau et des variations sur le modèle

Étant donné que nous voulons comparer le système de santé selon différents fonctionnements, tel que le fonctionnement actuel, un système fonctionnant en réseau et un système hermétique où aucun échange ni transfert n'est permis, nous devons formuler un modèle mathématique ainsi que plusieurs versions du modèle illustrant les différents fonctionnements. Certains éléments sont identiques pour toutes les versions du modèle. Commençons donc par définir les éléments communs. Nous représenterons le système de santé comme un graphe orienté (G), composé d'un ensemble de nœuds (N), où chaque établissement est un nœud (H), et où chaque lien entre les établissements est un arc (A). Nous obtenons donc un graphe $G = (N, A)$. De plus, nous supposons que le système fonctionne à un taux de 100 % dès la première période et que le taux d'occupation est de 100 %. La section suivante propose une représentation graphique du système en silos et du système réseau.

5.1.1 Représentation graphique d'un système en silos

Dans un premier temps, présentons la modélisation graphique du réseau dans sa définition actuelle afin de bien saisir les tenants et aboutissants du système qu'on cherche à représenter.

Dans la situation actuelle, le système de santé est géré partiellement en silos puisque chaque établissement possède son propre fonctionnement et son propre système de gestion, et partiellement en réseau puisque les Agences de santé et services sociaux, ci-après appelées Agences, ont le mandat de coordonner les établissements de santé qui leur sont attributés. Par conséquent, les patients n'ont pas d'informations centralisées sur les différents établissements et sur les temps d'attente pour chacun d'entre eux, à l'exception des services regroupés sous un guichet d'accès unique, par exemple pour les soins en santé mentale (Delorme et al., 2008). Cependant, les guichets d'accès unique ne sont pas généralisés et par conséquent, la répartition de la demande n'est pas gérée de façon centralisée et générale, mais plutôt au cas par cas par établissement pour la plupart des services.

Les patients qui se rendent à l'hôpital peuvent arriver directement de chez eux en passant par l'urgence pour un problème requérant une attention immédiate ou à très court terme ou être passés par une clinique ou un CLSC pour voir un médecin généraliste et avoir obtenu une requête pour consulter un spécialiste dans un hôpital. Nous nous concentrerons sur ce deuxième cas dans cette étude.

Lorsque le patient a la requête pour consulter un spécialiste, il peut soit avoir une requête pour un établissement précis, mais qui lui permet la plupart du temps de se rendre à l'établissement de son choix, soit avoir une requête générale pour se rendre à l'établissement de son choix. Dans le cas du patient ayant une requête pour un établissement précis, si une place est libre dans l'établissement en question, il y sera admis et un lit lui sera attribué. Pour un jour donné, la capacité de l'établissement dépend du nombre de lits occupés à la fin du jour précédent et du nombre de lits libérés au cours de cette journée. Si aucun lit n'est libre, le patient est placé sur la liste d'attente de l'établissement et il y restera jusqu'à ce qu'une place se libère dans cet établissement. Dans le cas du patient ayant une requête générale, il est alors libre de s'inscrire sur la liste d'attente de l'établissement de son choix et il sera admis dans l'établissement lorsqu'un lit sera disponible selon son ordre d'inscription sur la liste, tout en tenant compte de la priorité de son cas. Cette méthode est avantageuse pour le patient qui pourra s'informer sur les temps d'attente de plusieurs établissements avant de faire son choix. En fin de compte, dans cette situation, c'est le patient qui a la responsabilité de diminuer son propre temps d'attente.

À partir du modèle graphique présenté à la figure 5.8, on peut voir les différents trajets que le patient peut emprunter. Nous prenons ici deux établissements quelconques ("Etab 1" et "Etab 2") à titre d'exemple. Nous supposons que les transferts sont possibles entre ces établissements.

Il existe pour chaque établissement, un nœud "Arrivée" afin de différencier les patients selon l'établissement de leur choix (voir figure 5.1). Il existe également un nœud "Arrivée sans étab" pour les patients qui ne sont pas référés à un établissement en particulier.

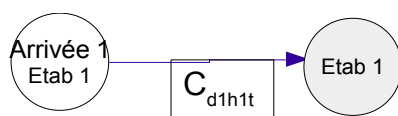


Figure 5-1 Lien entre les nœuds "Arrivée" et "Etab"

Si on s'intéresse ensuite aux éléments de la première période ($T=1$), on peut voir premièrement les différentes destinations possibles des patients à partir des nœuds "Arrivées" (voir figure 5.2). Pour un nœud "Arrivée" concernant un établissement en particulier, prenons pour exemple l'Etab 1, mais notons que les mêmes flux peuvent être vus pour tous les autres nœuds "Etab", la première destination possible du nœud "Arrivée 1 Etab 1" est le nœud "Etab 1", à condition qu'une place soit disponible. S'il n'y a aucune place disponible, l'autre destination possible est le nœud "Attente Etab 1".

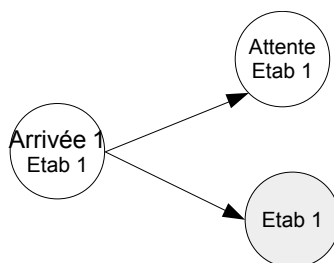


Figure 5-2 Destinations possibles des nœuds "Arrivée"

Ensuite, si on observe les nœuds "Etab", on voit que le flux de patients peut non seulement provenir du nœud "Arrivée Etab 1", mais aussi du nœud "Attente -1 Etab 1". En effet, bien que l'on définisse la première période en tant que telle, il faut comprendre que dans la réalité, le système ne commence pas à vide. Par conséquent, il faut tenir compte de la période précédant le début de l'horizon que nous avons fixé. C'est alors qu'entre en jeu le nœud "Attente -1 Etab 1"

afin de tenir compte des patients déjà en attente à la période $T = -1$. Il faut également considérer les patients qui peuvent provenir d'un transfert à partir d'un autre établissement dans ce calcul. De plus, les patients peuvent provenir du nœud "Attente Sans Etab", puisque ces patients seront vus dans n'importe quel établissement ayant de la disponibilité. Nous venons d'établir que pour les nœuds "Etab" les patients peuvent provenir soit d'un nœud "Arrivée", soit d'un nœud "Attente" ou d'un transfert inter-établissement, soit du nœud "Attente Sans Etab" (voir figure 5.3).

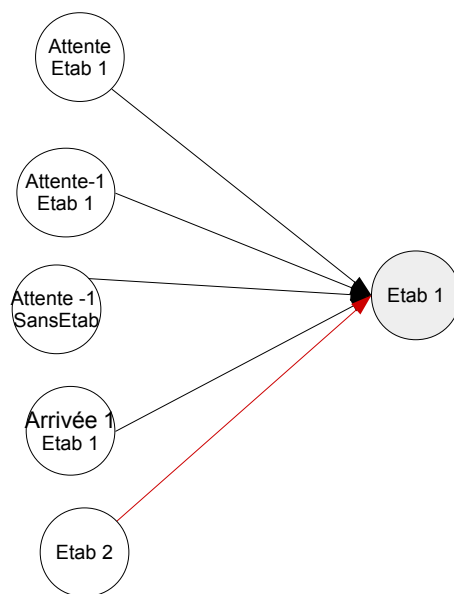


Figure 5-3 Provenance des nœuds "Etab"

Maintenant, si on se penche sur les destinations possibles des patients hospitalisés, on voit qu'il y en a trois : le même nœud "Etab" de la période suivante, un nœud "Etab" différent ou le nœud "puits" (voir figure 5.4). Le flux de patients entre le nœud "Etab 1" de la période 1 et le nœud "Etab 1" de la période 2 représente les patients qui sont toujours hospitalisés à la fin de la première période et qui occupent encore le même lit. Le flux entre le nœud "Etab 1" et le nœud "Etab 2" représente les patients qui ont dû être transférés à un autre établissement. Le flux de patients du nœud "Etab1" au nœud "puits" (représenté par le nœud P) correspond aux patients qui sont sortis de l'hôpital au cours de la période.

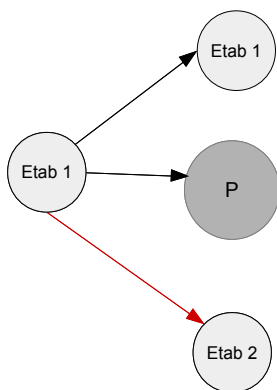


Figure 5-4 Destination des nœuds "Etab"

Poursuivons avec les nœuds "Attente", encore une fois avec l'établissement 1 comme exemple. Nous avons déjà établi que pour le nœud "Attente Etab 1", les patients pouvaient provenir du nœud "Arrivée 1 Etab 1", mais un peu comme pour les nœuds "Etab", les patients peuvent aussi provenir du nœud "Attente -1 Etab 1". En effet, même si les patients étaient déjà en attente à la période précédente, ils peuvent ne pas avoir de place à la première période et devoir rester en attente pour plus d'une période. Par conséquent, il existe aussi un flux de patients partant du nœud "Attente Etab 1" à la première période et se rendant au nœud "Attente Etab 1" à la deuxième période, puisque certains patients seront en attente pour plus d'une période. Cependant, certains patients pourront être vus lors de la deuxième période, ce qui fait qu'il existe un flux entre le nœud "Attente Etab 1" et le nœud "Etab 1" de la période suivante (voir figure 5.5).

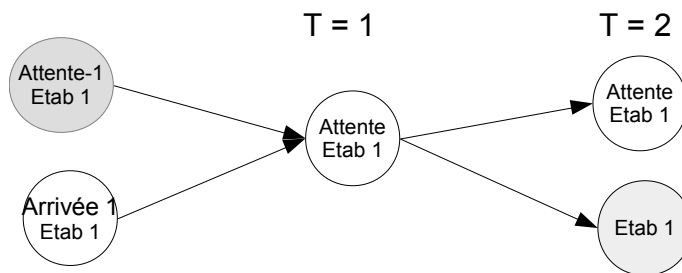


Figure 5-5 Provenances et destinations des nœuds "Attente"

Pour le cas particulier des nœuds "Attente Sans Etab", ils pourront avoir comme destination le nœud "Attente Sans Etab" de la période suivante, mais aussi les nœuds "Etab" puisque les patients seront admis dans n'importe quel établissement ayant de la disponibilité (voir figure 5.6).

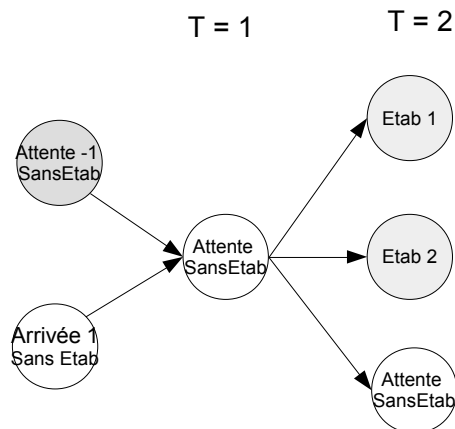


Figure 5-6 Provenances et destinations des nœuds "Attente Sans Etab"

Tous les flux que nous venons de définir seront répétés pour chaque période étudiée puisque nous avons énuméré toutes les possibilités que nous prendrons en compte. La seule période qui sera différente sera la dernière ($T=t$) où tous les flux devront se rendre au nœud "puits" puisque la fin de l'horizon empêche la continuation des flux vers d'autres nœuds (voir figure 5.7).

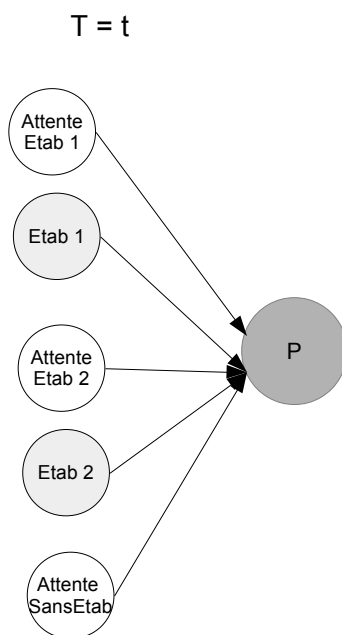


Figure 5-7 Provenances pour le nœud "Puits"

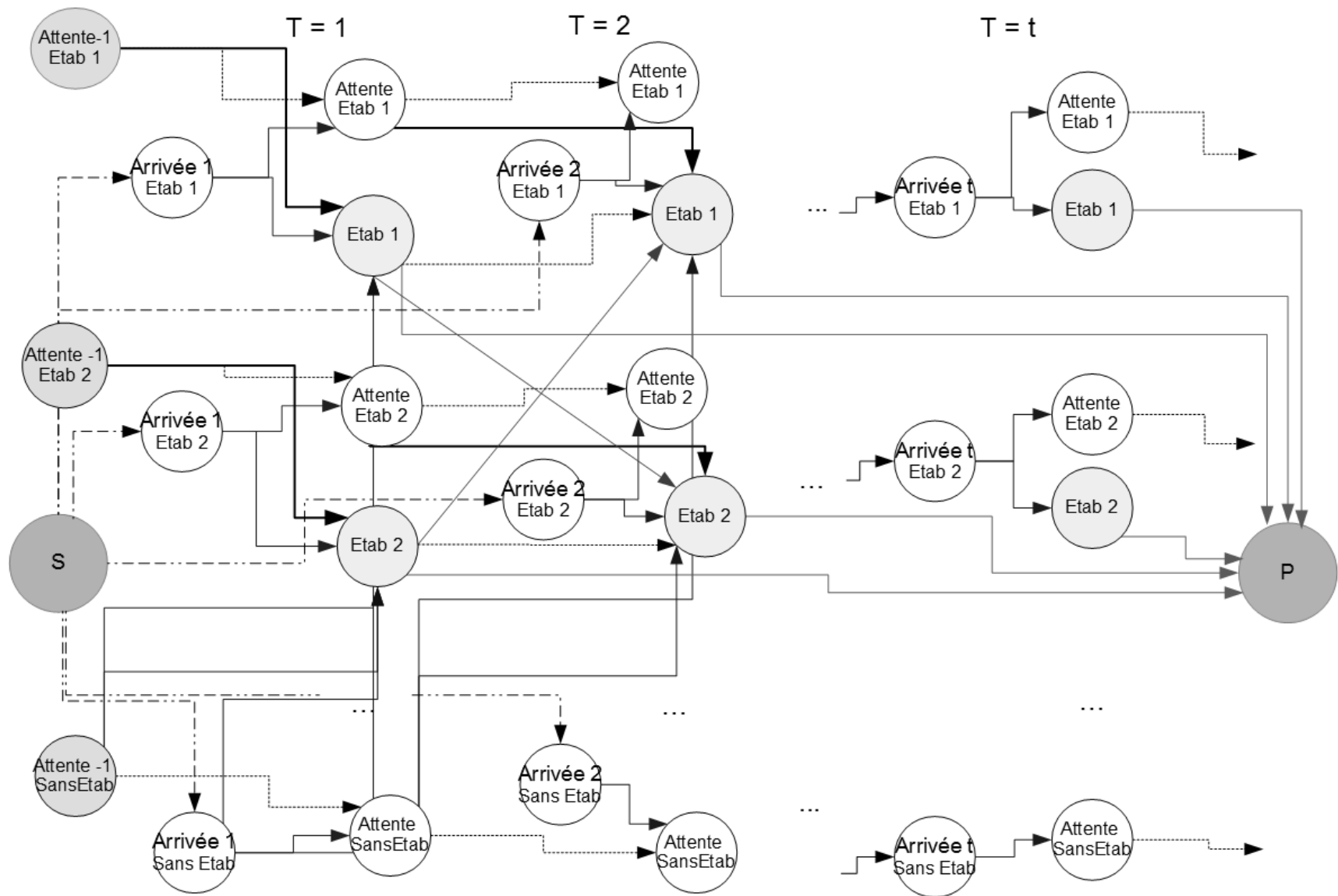


Figure 5-8 Illustration du fonctionnement en silos avec échanges permis

5.1.2 Représentation graphique du modèle réseau

Dans un deuxième temps, présentons la modélisation graphique du réseau s'il fonctionnait de façon à ce que les établissements soient intégrés parfaitement en réseau. Dans un système fonctionnant en réseau, les patients obtiennent une requête qui n'est pas spécifique à un établissement particulier, mais plutôt pour un département en particulier sans établissement précis, et ils peuvent donc se rendre au premier établissement où une place est disponible. Cependant, si tous les établissements sont complets, le patient est inscrit sur une liste d'attente générale à la suite des autres patients déjà inscrits. Ainsi, dès qu'une place sera libre dans un établissement, le patient suivant sur la liste d'attente générale sera vu. Un ordre de priorité pourrait également être introduit selon la gravité du cas. Une fois le patient traité, il peut soit retourner chez lui, soit être transféré au service de réadaptation du même établissement, soit être transféré à un autre établissement. Sa destination dépendra de sa condition et de la disponibilité de ces services.

La figure 5.11 propose une illustration du système pour une spécialité particulière et pour deux établissements quelconques (ici, Etab 1 et Etab 2). On remarque premièrement le nœud "source" qui représente la demande totale qui sera distribuée par période grâce aux nœuds "Arrivées". Deuxièmement, les nœuds "Etab" reçoivent toujours des flux de patients des nœuds "Attente" de la période précédente, ainsi que des nœuds "Arrivée" et des transferts provenant d'autres établissements. À partir des nœuds "Etab", les flux de patients ont toujours les mêmes trois destinations : le même établissement à la période suivante, un autre établissement dans le cas d'un transfert ou le nœud "puits" pour les patients quittant l'hôpital. Finalement, le nœud "puits" a la fonction de recevoir les flux de patients sortants des nœuds "Etab" à chaque période ainsi que tous les flux de la dernière période.

Cependant, la gestion des nœuds "Arrivé" et "Attente" est différente selon l'utilisation d'un modèle parfaitement réseau ou le fonctionnement d'un système partiellement en silos. En effet, dans un système réseau, puisque les patients n'attendent pas pour un établissement en particulier, les nœuds "Arrivée" ne sont pas spécifiques à chaque établissement. Il y a donc seulement un

nœud "Arrivée" par période à partir duquel les patients sont répartis aux établissements admissibles sans distinction (voir figure 5.9).

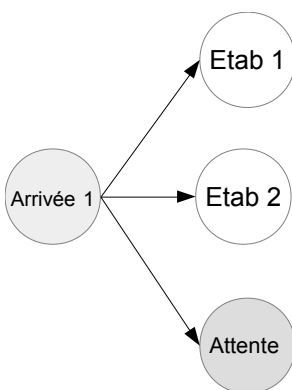


Figure 5-9 Destinations des nœuds "Arrivée"

De façon similaire, les nœuds "Attente" sont généralisés et les flux de patients peuvent être distribués à n'importe quel établissement où un lit est libre. Si tous les patients ne peuvent être placés dans un établissement, ils seront transférés au nœud "Attente" à la période suivante (voir figure 5.10)

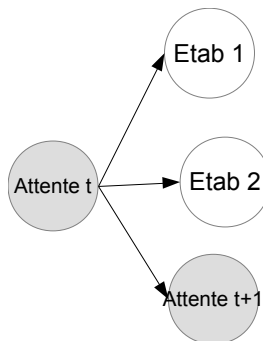


Figure 5-10 Destinations des nœuds "Attente"

Dans le système réseau, le nombre de nœuds est plus petit que dans un système en silos. Par conséquent, les possibilités qu'un goulot d'étranglement se forme pour un établissement en particulier sont diminuées, et le temps d'attente risque moins de devenir extrêmement long.

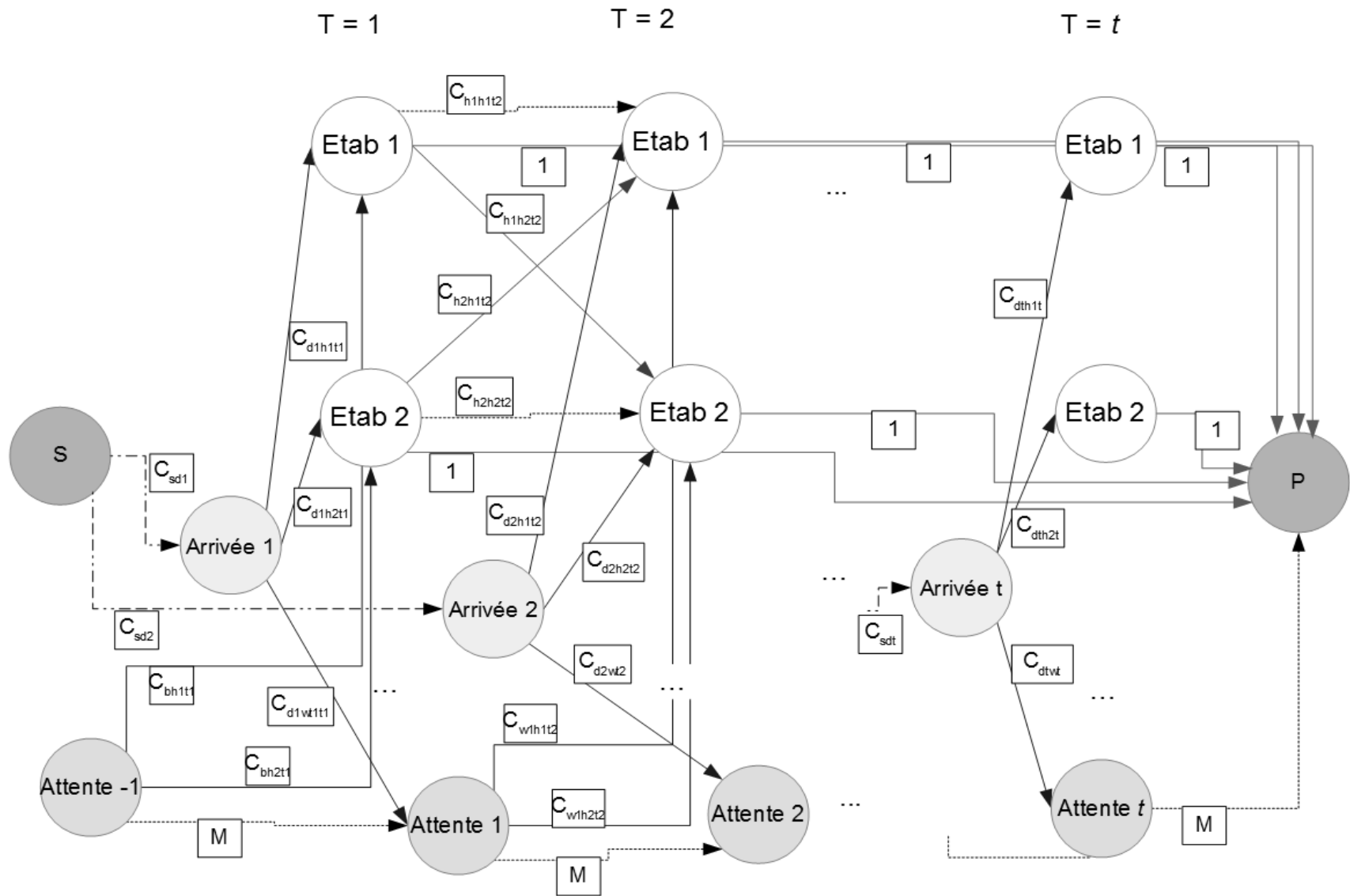


Figure 5-11 Illustration d'un système réseau

5.2 Notation

À partir du modèle graphique, on peut définir que le nœud source $s \in N$ représente l'ensemble de toutes les demandes que le système devra traiter sur l'horizon choisi. Les flux des patients ayant une requête pour la spécialité voulue partent du nœud source s et se rendent aux différents nœuds arrivée $d \in N$ à partir desquels ils seront redistribués aux différents établissements $h \in N$. De plus, on définira un nœud puits $p \in N$ où le trajet du patient s'achève lorsque son parcours de soins est terminé.

Afin de modéliser les déplacements des patients entre établissements, on considérera que chaque arc entre deux nœuds $(m,n) \in A$ peut être traversé par un flux de patients. Cependant, chaque arc a une capacité qui limite la quantité de patients pouvant circuler entre les établissements.

Il est à noter aussi que le système est restreint par la contrainte de conservation de flot. Par conséquent, le flux de patients doit être conservé et le flux entrant doit être égal au flux sortant de chaque nœud, excepté pour la source et le puits. En effet, si un patient entre dans un établissement, il ne peut pas disparaître, tout comme l'établissement ne peut pas générer de nouveaux patients. Il faut donc que le nombre de patients entrant dans l'établissement soit égal au nombre de patients en sortant.

Afin de représenter le système de façon dynamique, nous introduirons également la notion de temps dans le modèle. Par conséquent, il sera nécessaire de définir un horizon (T) sur lequel on veut évaluer les flux de patients. Cet horizon sera découpé en plusieurs périodes ($t \in T$), dépendamment du niveau de précision voulu et des données disponibles à l'évaluation du modèle. De plus, puisque les arcs n'entraînent pas tous le même impact sur le système, nous associerons un coût aux arcs qui différera selon les éléments qu'ils relient. Par exemple, un arc reliant la source à un établissement n'aura pas le même coût qu'un arc reliant un nœud d'attente à un nœud établissement étant donné que nous voulons optimiser le temps d'attente. Nous associerons donc des coûts plus élevés selon l'importance des arcs par rapport au temps d'attente.

5.2.1 Ensembles et noeuds

Plusieurs ensembles seront communs à toutes les versions du modèle. Soit :

- N : l'ensemble des nœuds du système. Nous noterons cet ensemble $N = N_1 \cup N_2$, où $N_1 = 1, 2, \dots, |M|$ et $N_2 = m+1 \dots |N|$, où m est le nœud de départ et n est le nœud de destination. L'ensemble N sera subdivisé en plusieurs sous-ensembles.
- s : ensemble du nœud source, avec $s \subset N$.
- p : ensemble du nœud puits avec $p \subset N$.
-
- H : ensemble des établissements avec $H \subset N$. Cet ensemble sera noté $H = H_1 \cup H_2$, où $H_1 = 1, 2, \dots, |I|$ et $H_2 = i+1 \dots |H|$.
- W : ensemble des nœuds d'attente avec $W \subset N$, qui sera noté $W = W_1 \cup W_2$, où $W_1 = 1, 2, \dots, |W_I|$ et $W_2 = w_I + 1 \dots |W|$.
- D : ensemble des nœuds d'arrivées des patients pour chaque période avec $D \subset N$. Ces nœuds servent à la distribution de façon périodique de la demande. Nous noterons cet ensemble $D = 1, 2, \dots, |D|$, où $d=1$ représente la demande pour le mois de janvier.
- B : ensemble des nœuds d'attente préliminaires avec $B \subset N$, noté $B = 1, 2, \dots, |B|$, où $b=1$ représente un mois d'attente.
- T : ensemble des périodes sur lequel l'horizon est défini. Cet ensemble sera noté $T = 1, 2, \dots, |T|$.
- A : ensemble des arcs entre les nœuds du système, noté $A = \{(n, m, t) | n, m \in N; n \neq m\}$.

5.2.2 Paramètres

Les paramètres communs aux modèles sont les suivants :

Remplissage initial

Afin de modéliser le système de santé québécois actuel de façon représentative, il faut comprendre que les établissements fonctionnent 365 jours par année, et donc qu'à n'importe quel moment donné, un certain nombre de lits sera occupé. Ainsi, bien que nous utilisions un modèle réseau comportant un point de départ pour illustrer le système de santé, il faut prendre en compte que la capacité des établissements est limitée lors de la première période. Il est donc nécessaire d'ajouter un paramètre qui contrôlera le taux d'occupation de chaque établissement au début de l'horizon défini. Ce paramètre qu'on nommera "remplissage initial", noté Q_b , devra tenir compte du taux d'occupation de la période précédente (période $t-1$) ainsi que du nombre de patients déjà en attente dans le réseau.

Demande

Grâce au remplissage initial, nous connaissons le nombre de patients initialement en attente dans le réseau. Il est maintenant intéressant de se pencher sur un autre paramètre : la demande.

Provenance (Requêtes)

La demande de soins spécialisés que nous considérerons proviendra des patients qui ont reçu une requête d'un médecin omnipraticien et qui doivent prendre un rendez-vous. Ce sont ces derniers qui doivent attendre plusieurs semaines, voir plusieurs mois avant de pouvoir rencontrer le médecin, et c'est donc pour ces patients que nous tenterons de diminuer le temps d'attente.

Dans le modèle mathématique, puisque nous utilisons un modèle réseau, la demande totale pour l'année choisie commencera par passer par le nœud source avant d'être redistribuée au cours de l'horizon. Nous pouvons donc définir un paramètre "demande totale", noté R_s , qui représentera le nombre total de patients pour l'année. La figure 5-12 illustre le passage des patients ayant une requête par le nœud source et la redistribution de ces flux de patients.

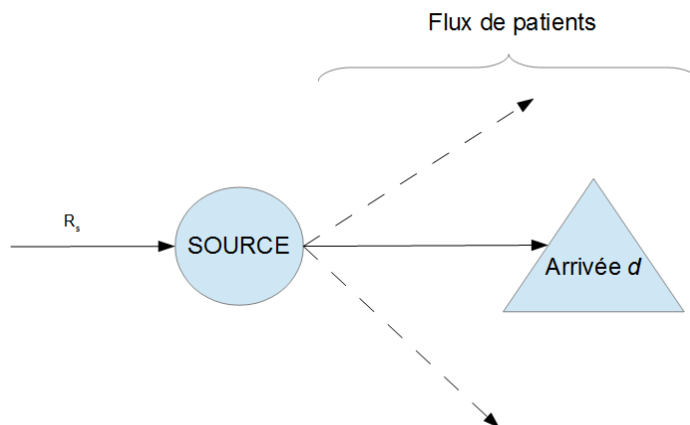


Figure 5-12 Flux de patients au nœud source

Toujours dans l'optique réseau, toute la demande entrée par le nœud source doit atteindre le nœud puits. Les patients, qu'ils aient été hospitalisés ou qu'ils soient toujours en attente à la dernière période, devront ressortir du réseau et passer par le nœud puits. Le paramètre R_s entrera encore une fois en jeu afin de s'assurer que tous les patients entrés dans le réseau en ressortent.

Demande mensuelle

Une fois que la demande totale est connue, il faut s'attarder à la question de la répartition de la demande au cours des périodes. C'est grâce au paramètre de "demande mensuelle", noté r_d , qu'on pourra faire varier le nombre de patients arrivants à chaque période. En fait, ce paramètre représente la proportion de la demande totale qui sera attribuée à une période définie. En effet, il est intéressant d'étudier différentes répartitions de la demande au cours des périodes, afin de vérifier si une répartition est plus favorable que les autres pour minimiser le temps d'attente.

Capacité

Capacité théorique

La notion de capacité prend toute son importance dans le problème de gestion du système de santé. En effet, elle aura une influence directe sur la demande qui pourra être traitée et donc, sur

les temps d'attente de chaque établissement. De ce fait, il est important d'introduire le paramètre définissant la capacité théorique des établissements concernés dans le réseau pour la période donnée, noté $cap_{(hit)}$.

Lorsqu'on parle du flux de patients partant du nœud source et se rendant à un établissement, la capacité sera mesurée en termes de lits par établissement. Cependant, la capacité théorique en termes de lits n'est pas toujours appropriée tout dépendamment de la période utilisée. Par exemple, si la période est définie en termes de mois et non de jours, le nombre de lits disponibles devient impossible à utiliser comme valeur de référence. Nous devons donc prévoir une méthode de planification des lits afin de prévoir la capacité disponible tout en tenant compte de la durée de séjour des patients hospitalisés.

Théoriquement, la capacité journalière d'un établissement pour un établissement donné est égale au nombre de lits disponibles, duquel on soustrait le nombre de patients entrants, puis auquel on ajoute le nombre de patients sortants. Cette affirmation assez simple n'est pas si facile à gérer dans une vision mensuelle. Par conséquent, pour prévoir la capacité disponible à chaque mois, nous ferons appel aux notions de taux d'occupation des lits et de taux de rotation des lits. Plusieurs distributions pourraient être utilisées afin de représenter la durée moyenne de séjour, par exemple une distribution suivant la loi log-normal, la loi de Weibull ou la loi Gamma. Selon la distribution choisie afin de modéliser le taux de rotation des lits, nous inclurons cette information grâce au paramètre $\phi(h,t)$ qui définit la forme de la distribution.

En sachant la capacité estimée pour chaque période, il est possible d'intégrer cette donnée au modèle mathématique. La capacité totale des flux pour un établissement doit être égale à la capacité théorique estimée pour la période, moins les flux entrants, plus les flux sortants comme montré à la figure 5.13. Par exemple, pour une période d'un mois dans un établissement donné, les flux entrants seront les flux provenant d'autres établissements (les patients transférés), le flux de nouveaux patients admis et le flux de patients encore hospitalisés provenant de la période précédente. Les flux sortants seront le flux de patients sortant (les patients retournant à la

maison), le flux de patients transférés à un autre établissement et le flux de patients restant hospitalisés à l'hôpital jusqu'à la période suivante.

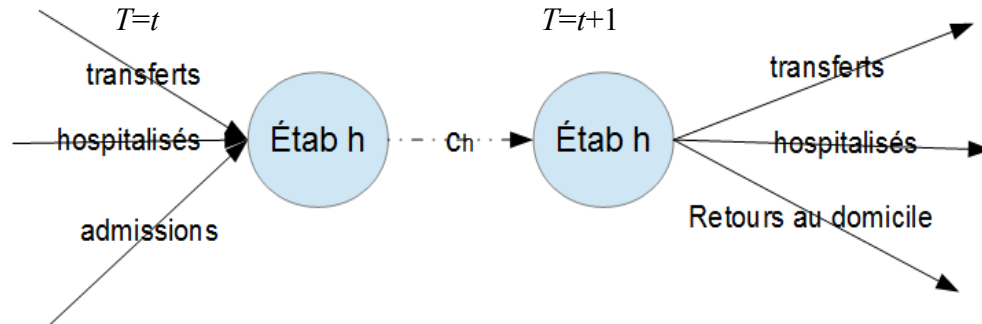


Figure 5-13 Flux de patients pour un établissement h

Taux de rotation et durée moyenne de séjour

Pour les besoins de simplicité de la modélisation, nous ferons l'hypothèse que nous avons un seul type de patient : les patients avec rendez-vous. En réalité, les services d'orthopédie sont aussi utilisés par des patients provenant de l'urgence, et donc qui n'ont pas de rendez-vous. Étant donné que nous étudions la pertinence d'un guichet unique, nous nous concentrerons uniquement sur les patients avec rendez-vous ou qui ont une requête pour le service en question. Cette simplification aura une influence sur le taux de rotation et la durée moyenne de séjour puisque les opérations planifiées sont plus standardisées et donc plus faciles à prévoir. Évidemment, un certain nombre de patients auront des complications imprévisibles qui augmenteront la durée moyenne de séjour et il faut en tenir compte lors du calcul du nombre de patients qui pourront être hospitalisés à chaque période. Les paramètres "durée de séjour", noté $DMS(h,t)$, et "taux de rotation", noté $\rho(h,t)$, seront introduits pour représenter ces données. Le paramètre "durée de séjour" aura une valeur de base prédéfinie dépendamment du cas étudié, où chaque patient aura une durée moyenne de séjour selon l'établissement de destination et selon le mois où il est admis. Cependant, une variation de la durée de séjour sera prise en compte par le paramètre "FormeDistribution", noté $\phi(n,t)$. Ce paramètre permet de définir quelle forme prend la distribution des durées de séjour et d'ajouter une variation au paramètre de base "durée de séjour" afin que le résultat final suive la distribution voulue. En effet, en utilisant une durée de séjour fixe

pour tous les patients admis au cours d'un mois en particulier, nous introduisons une incertitude due à l'estimation de la durée de séjour. Afin de corriger cette incertitude, nous faisons varier la durée de façon à prendre en compte les patients dont la durée de séjour pourrait être beaucoup plus longue ou plus courte que la durée déterminée. Cependant, pour améliorer la mise en pratique du modèle, il serait nécessaire de discrétiser les patients ou de créer différentes classes de patients basées sur les observations historiques, qui tiendraient compte des probabilités qu'un patient dépasse la durée moyenne de séjour, et de leur attribuer individuellement une durée de séjour afin de tenir compte des différents cas possibles en réalité.

Pour ce qui est du taux de rotation, il est défini comme le nombre de patients ayant occupé le lit au cours de la période. Puisque nous supposons que les établissements sont tous ouverts toute l'année, nous utiliserons un taux de rotation plus grand ou égal à un. Par conséquent, le calcul utilisé afin de lier le taux de rotation à la durée de séjour est le suivant :

if $(30/DMS_{h,t} > 1)$ then

$$\rho(h,t) = 30/DMS_{h,t}$$

else

$$\rho(h,t) = 1$$

endif;

Nous obtenons donc un taux de rotation discret différent pour chaque établissement, pour chaque mois, qui dépend de la durée de séjour définie.

Horizon

Puisque le système de santé évolue de façon continue, si nous voulons le représenter de façon significative il est important de définir un horizon au cours duquel on s'intéressera au problème à l'étude. Nous introduirons donc le paramètre "Fin" qui définira la fin de l'horizon et qui déterminera le nombre de périodes selon lequel l'horizon sera découpé.

Échanges permis

Puisque les établissements ne peuvent pas tous accueillir tous les types de patients, nous avons défini des catégories d'établissements afin de limiter les échanges permis. Les échanges possibles seront déterminés à l'avance et intégrés au modèle grâce au paramètre $\lambda(\mathbf{h}, \mathbf{i}, t)$.

Coûts

Les coûts sont cruciaux dans le modèle et il est important de bien les définir pour obtenir des résultats cohérents. En effet, puisque nous chercherons à minimiser le temps d'attente, nous associerons des coûts aux arcs, et leur définition nécessite donc une attention particulière afin que le processus d'optimisation se fasse convenablement. Étant donné que nous n'avons pas accès aux coûts réels d'hospitalisation et de transferts, les coûts que nous utiliserons seront en fait des valeurs représentant l'importance et le poids accordés à chaque flux de patients selon leur origine et leur destination et non les coûts liés au traitement du patient. Pour chaque arc $(n, m) \in A$, un coût $c(n, m, t)$ y sera associé et ce paramètre sera impliqué dans la fonction objectif de minimisation du coût total du système.

Attente

Les coûts pour les arcs provenant des nœuds "attente" sont définis de façon particulière étant donné que ce sont les arcs que nous cherchons à minimiser principalement avec le modèle. Nous avons trois cas de figure : les arcs ayant pour destination un établissement, les arcs se rendant à un autre nœud d'attente et finalement les arcs se rendant au nœud puits. Dans le cas des arcs reliant deux nœuds d'attente, les coûts grandissent de façon exponentielle et la formule utilisée pour calculer ces coûts est :

$$c_{ww_1t}x_{ww_1t} = 10 * 2^t(x_{ww_1t} - x_{ww_1t-1}).$$

Dans les deux autres cas, les données utilisées sont établies de façon déterministe.

5.2.3 Variable de décision

Les modèles comporteront une même variable de décision. Elle sera définie comme suit :

$$x_{nmt} = \text{flux circulant sur l'arc } (n, m) \text{ à la période } t.$$

En effet, nous cherchons à minimiser le temps d'attente des patients en attente dans le réseau, ce qui fait que la variable décisionnelle sera le nombre de patients circulant sur les arcs du réseau. Cette variable sera limitée par la capacité de l'arc.

5.2.4 Fonction objectif

La fonction objectif sera la même, peu importe le modèle. Effectivement, nous voulons faire passer tous les patients ayant reçu une requête (demande totale) du nœud source au nœud puits à un coût total minimum. La fonction objectif s'écrira donc comme suit :

$$Z = \text{Min} \sum_{(n,m) \in A} \sum_t c_{nmt} x_{nmt} \quad (1)$$

Étant donné que nous avons défini des coûts différents selon les arcs, nous voudrions minimiserons le coût total engendré par les flux de patients dans le réseau.

5.3 Modèle mathématique réseau

Le modèle réseau final s'écrit comme suit:

$$Z = \text{Min} \sum_{(n,m) \in A} \sum_t c_{nmt} * x_{nmt} \quad (1)$$

s.t.

$$\sum_n x_{(n,h,t)} \leq \text{Cap}_{(h,t)} * \rho_{(h,t)} \quad \forall h \in N, t \quad (2)$$

$$Q_b = \sum_h x(b, h, 1) + \sum_w x(b, w, 1) \quad \forall b \in N \quad (3)$$

$$R_s = \sum_d \sum_{t=1}^t x(s, d, t) \quad \forall s \in N \quad (4)$$

$$r_d = \sum_s \sum_{t=1}^t x(s, d, t) \quad \forall d \in N \quad (5)$$

$$\sum_n x(n, h, t) = \sum_m x(h, m, t + 1) \quad \forall h \in N, t \quad (6)$$

$$\sum_n x(n, w, t) = \sum_m x(w, m, t + 1) \quad \forall w \in N, t \quad (7)$$

$$\sum_s x(s, d, t) = \sum_n x(d, n, t) \quad \forall d \in N, t \quad (8)$$

$$\sum_h \sum_{T=1}^f x(h, p, f) \geq R_s \quad \forall s \in N, p \in N \quad (9)$$

$$x(h, h, t) \geq \sum_n x(n, h, t) * \varphi(h, t) \quad \forall h \in N, t \quad (10)$$

$$x(h, i, t) = \lambda(h, i, t) * x(h, i, t) \quad \forall h \in N, i \in N, t \quad (11)$$

$$x_{hit} \geq 0, \text{entiers} \quad \forall h \in N, \forall i \in N, \forall t \quad (12)$$

Dans ce cas, (1) est la fonction objectif, (2) est la contrainte de capacité qui oblige le flux de chaque arc à respecter la capacité disponible selon le nœud de destination, (3) est la contrainte qui tient compte de l'attente à la période précédant le début de l'horizon choisi, (4) à (9) sont les contraintes de conservation de flot, où (6) et (7) sont les contraintes sur les nœuds intermédiaires afin que le flux de patients entrant soit égal au flux de patients sortant pour ces nœuds, (10) est la contrainte de capacité sur le flux de patients hospitalisés d'une période à l'autre, (11) est la contrainte qui définit les échanges possibles entre les établissements et (12) est la contrainte d'intégrité, nécessaire puisqu'on parle de patients et que seuls des patients entiers pourront être assignés à un établissement en particulier.

5.4 Variations sur le modèle général

Il est intéressant d'étudier d'autres variations de cas possibles en se basant sur le modèle que nous avons défini. En effet, certaines contraintes peuvent être ajoutées ou enlevées afin de comparer quelle variation du modèle serait plus propice que les autres à donner des résultats optimaux.

5.4.1 Version du modèle avec échanges

La version du modèle avec échanges s'écrit de la même façon que le modèle réseau, mais les échanges permis seront beaucoup plus restreints. Les échanges entre établissements seront encore une fois restreints selon le type d'établissement. De plus, puisque nous avons maintenant une liste d'attente pour chaque établissement individuellement au lieu d'une liste d'attente générale, les échanges entre listes d'attente seront aussi restreints par type d'établissement. La plus grande différence réside dans les flux entre les nœuds "Arrivées", qui sont aussi différenciés par établissement, et les nœuds "Étab" et "Attente". Les patients seront attribués en priorité à l'établissement correspondant à leur nœud d'arrivée, mais pourront par la suite faire un échange d'établissement. Les échanges possibles sont donc moins permissifs que dans le modèle réseau.

5.4.1.1 Variation du modèle avec échanges : échanges permis seulement après attente de plus de 6 mois

La version du modèle avec échanges permis seulement après attente de plus de 6 mois est une variation sur le modèle avec échanges. De la même façon que pour le modèle avec échanges, les échanges entre établissements de même type sont permis, mais seulement après que le patient ait passé 6 périodes en attente pour un même établissement. En ajoutant cette contrainte, le patient sera probablement contraint d'attendre plus longtemps puisque même si une place se libère ailleurs, il ne pourra la prendre que s'il attend depuis plus de 6 périodes. Ce faisant, on favorise l'adéquation entre l'établissement demandé et l'établissement où le patient sera effectivement admis.

5.4.1.2 Variation du modèle avec échanges : pourcentage maximal des patients en attente peuvent être échangés à un autre établissement

Nous avons utilisé une deuxième variation sur la version du modèle avec échanges : le modèle avec un pourcentage maximal (dans notre cas, le maximum est fixé à 20 %) des patients en attente qui peuvent changer d'établissement. Grâce à ce modèle, on assure à tous les établissements un taux d'occupation élevé puisqu'un pourcentage minimal (dans notre cas, au

moins 80 %) de leurs patients en attente leur sera bel et bien attribué. Nous avons donc ajouté le paramètre "*Pourcentage Max*", noté $P(n,m,t)$, et la contrainte suivante au modèle avec échanges :

$$\sum_h (P(w1, h, b) * x(w1, h, b)) + P(w1, i, b) * \sum_i x(w1, i, b) \leq \sum_h x(w1, h, b) \quad \forall w1, b \quad (13)$$

Ainsi, le pourcentage P défini de patients en attente pour l'établissement h ira à l'établissement h .

5.4.2 Version du modèle sans échanges

Dans le cas du modèle sans échanges, l'écriture du modèle sera un peu différente puisque la contrainte qui définit les échanges (11) n'est pas nécessaire. Le paramètre $\lambda(h,i,t)$ sera défini de façon à ce que les échanges entre établissements ne soient pas permis, que ce soit entre les nœuds "Attente" et "Étab" ou entre les nœuds "Arrivées" et "Étab" ou "Attente". Le modèle s'écrit donc de façon semblable, mais sans la contrainte (11) qui est inutile dans ce cas-ci. Ce modèle sans échanges correspond de façon générale à l'organisation en silos du système de santé. Par conséquent, lorsqu'on voudra comparer les performances des modèles à l'état réel du système, nous nous baserons sur le modèle sans échanges comme valeur de référence.

CHAPITRE 6 EXPÉRIMENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

Ce chapitre présente les résultats obtenus grâce aux différentes versions du modèle mathématique développé. De plus, une comparaison entre les modèles sera exposée.

6.1 Expérimentation

Afin de tester chacun des modèles, nous avons défini les paramètres nécessaires à la réalisation des modèles. Puisque nous voulons tester si une configuration réseau améliorerait la performance du système par rapport au système actuel, nous avons déterminer des paramètres de base se basant sur les données réellement observables.

6.1.1 Paramètres

Nous avons défini plusieurs paramètres de façon spécifique afin d'exécuter le modèle. Nous présentons ici les données utilisées lors de l'expérimentation.

Remplissage initial

En se basant sur les données réelles disponibles, il est possible d'estimer le nombre total de patients en attente au temps zéro, ainsi que la répartition du nombre de patients selon le nombre de mois d'attente. Cependant, les données disponibles sont définies de façon précise pour des chirurgies particulières, la chirurgie de la hanche par exemple, et non pour la spécialité "orthopédie" au complet. Pour les besoins de la modélisation, les temps d'attente seront agrégés afin d'obtenir un temps d'attente moyen par spécialité ainsi que la répartition selon le nombre de mois d'attente.

Prenons l'exemple de l'hôpital Jean-Talon en date du 16 mars 2014. Selon le rapport de gestion 2012-2013, le taux d'occupation des lits était de 99,6 % (Cœur-de-l'Île, 2013). Pour la spécialité "chirurgie orthopédique", cet hôpital emploie 10 médecins spécialisés en orthopédie et possède

37 lits normalement réservés à l'usage des patients admis en orthopédie. Les données disponibles concernant les temps d'attente en chirurgie orthopédique à Jean-Talon sont présentées au tableau 6-1 (Santé et Services sociaux, 2005).

Tableau 6-1 Données détaillées sur les temps d'attente en chirurgie orthopédique à Jean-Talon

Spécialité	Nombre de patients disponibles en attente selon le délai									
	Total patients en attente disponibles	0-30 jours	31-60 jours	61-90 jours	3 à 6 mois	6 à 9 mois	9 à 12 mois	1 à 2 ans	2 à 3 ans	3 ans et +
Total genou	61	22	13	6	7	6	5	2	0	0
Total hanche	176	52	37	9	29	10	13	26	0	0
Total autres chirurgies	489	45	49	28	117	86	63	98	3	0
Total chirurgie orthopédique	726	119	99	43	153	102	81	126	3	0
Temps d'attente moyen		10 semaines								

À partir de ce tableau, on peut connaître les temps d'attente moyens pour les différentes chirurgies orthopédiques, que ce soit une chirurgie du genou, de la hanche ou un autre type moins courant de chirurgie orthopédique. On peut également voir que le temps d'attente moyen tel que calculé par le ministère de la Santé et des Services sociaux est de 10 semaines (Santé et Services sociaux, 2005). Cependant, puisque nous travaillons dans une vision plus globale, les données qui nous intéressent seront seulement celles concernant le total de toutes les chirurgies orthopédiques. Au total, on observe que 39 096 patients québécois étaient en attente d'une chirurgie orthopédique dans un établissement montréalais en 2005. Étant donné que ce sont les données les plus récentes disponibles, nous utiliserons cette répartition pour représenter le nombre de mois d'attente avant même le premier mois étudié. La répartition selon le nombre de mois d'attente est présentée au tableau 6.2.

Tableau 6-2 Répartition du nombre de patients en attente de chirurgie orthopédique avant la première période

Nombre de mois d'attente	Nombre de patients
1	8 601
2	6 646
3	3 128
4	3 128
5	3 128
6	3 128
7	1 434
8	1 434
9	1 434
10	1 043
11	1 043
12	1 043
13 et plus	3 910
Total	39 096

On voit qu'un plus grand nombre de patients est en attente depuis un mois, ce qui est normal puisqu'ils respectent les délais d'attente et sont entrés dans le système récemment. Le nombre de patients en attente diminue à mesure que le nombre de mois d'attente augmente, un résultat prévisible, excepté pour le nombre de patients en attente depuis treize mois et plus. Ces patients sont probablement en attente pour une chirurgie électorale, ce qui fait que les cas plus urgents les devancent toujours, mais il serait approprié de s'assurer que ces patients ont toujours besoin de la chirurgie en question et de les voir dans un délai plus raisonnable.

Également, on conclut que la majorité des patients attendent moins de 12 mois pour être opérés, puisque 87 % des cas sont traités en moins de 12 mois et seulement 13 % sont en attente plus d'un an, mais moins de 2 ans. En ce qui concerne les délais d'attente prescrits par le ministère de la Santé qui sont de 6 mois (donc de 180 jours) pour les chirurgies de la hanche ou du genou (Santé et Services sociaux, 2004), 63 % des patients sont vus en moins de 6 mois et respectent donc ce délai. La figure 6.1 illustre la distribution du nombre de patients selon le délai d'attente. Le temps

d'attente moyen calculé par le ministère de la Santé et des Services sociaux est de 10 semaines, soit 70 jours, ce qui respecte le délai prescrit de 6 mois.

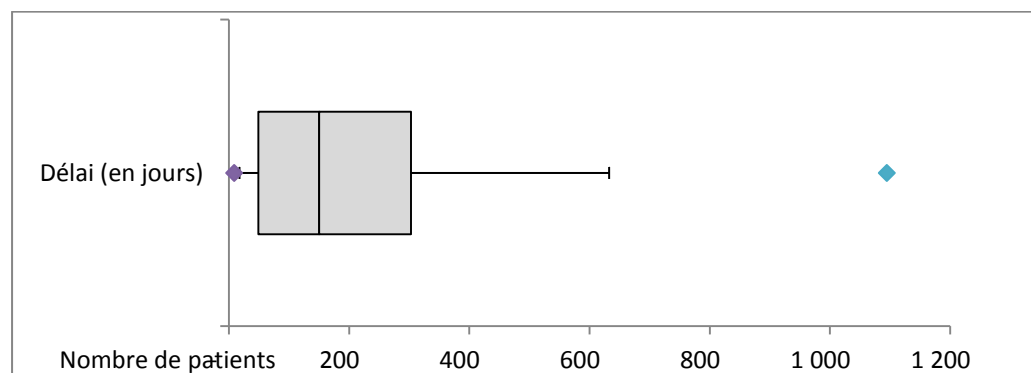


Figure 6-1 Répartition du nombre de patients selon le délai d'attente en jours

À partir de ces données, nous pourrions donc établir une distribution de remplissage initial pour chaque établissement à incorporer dans le modèle mathématique afin d'estimer la capacité initiale des établissements (voir Annexe B).

Demande totale

Pour ce qui est du paramètre de demande, nous utiliserons la somme de toutes les requêtes en orthopédie pour tous les établissements concernés. Par exemple, en 2009, 114 613 patients montréalais ont reçu une référence afin de consulter un spécialiste en orthopédie. Ceci représente le nombre de patients en attente d'une consultation en orthopédie, probablement pour une chirurgie électorale, pour l'année à l'étude. Cependant, ces données ne sont pas découpées par mois, et par conséquent, la répartition mensuelle devra être estimée.

Demande mensuelle

Afin d'obtenir une répartition mensuelle réaliste, nous étudierons plusieurs scénarios de répartition, dont un pour lequel nous nous baserons sur le pourcentage de patients admis par mois

en 2009, présentés au tableau 6.3. Ainsi, puisque nous avons la demande totale réelle pour l'année, nous pourrions obtenir une répartition de la demande mensuelle, car il serait irréaliste de supposer que la demande totale arrive entièrement au 1er janvier de chaque année.

Tableau 6-3 Répartition des admissions mensuelles

Période	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Pourcentage des admissions (en %)	8,82	8,58	8,69	8,08	8,11	8,92	7,77	7,15	8,70	9,00	8,60	7,59	100
Nombre de patients	10113	9837	9958	9259	9294	10225	8906	8190	9966	10311	9854	8699	114613

Ces données nous permettent de conserver la notion de saisonnalité puisqu'on observe une moins grande demande pour les mois 7 et 8 qui correspondent aux vacances d'été. Cependant, on remarque que la variation entre les mois n'est pas très grande puisque la demande la plus basse représente 7,15 % de la demande totale et la plus grande demande représente 9,00 % de la demande totale, un écart de 1,85 %.

Horizon

Puisqu'on veut étudier l'évolution du système sur un an et qu'on veut un découpage par mois, on fixera le paramètre "Fin" à 12 afin d'obtenir un horizon de 12 mois. Chaque période représentera alors environ 30 jours et les données devront donc être agrégées de façon à tenir compte de cette contrainte. Évidemment, si on cherche à obtenir une plus grande précision, on définira un nombre plus élevé (par exemple si on garde un horizon de un an et qu'on définit le paramètre "Fin" à 52, on obtiendra des résultats hebdomadaires au lieu de mensuels), mais on multiplie alors le nombre de variables et de contraintes. Tout dépend donc du degré de précision voulu et du temps disponible pour permettre à l'ordinateur d'optimiser le modèle, mais puisque les données que nous avions étaient présentées sous forme de mois, nous avons jugé qu'afin d'être le plus fidèle possible aux données disponibles, nous utiliserions le découpage mensuel.

Capacité

Capacité théorique

Pour mesurer la capacité, nous utiliserons une approximation de la capacité théorique réelle en utilisant le nombre de lits officiellement disponibles dans un établissement pour une spécialisation en particulier. En reprenant l'exemple de l'hôpital Jean-Talon pour le département d'orthopédie, la capacité théorique est de 37 lits disponibles. La capacité théorique correspond au nombre de lits ouverts au permis et variera selon quelques facteurs tels que la saisonnalité. En effet, lors des périodes de vacances (tel que les vacances de Noël ou les congés estivaux), un certain nombre de lits peuvent être fermés dû au manque de personnel pouvant répondre à la demande. Il devient alors inutile de garder un trop grand nombre de lits ouverts puisque les patients qui seraient admis resteraient hospitalisés pour des durées démesurément longues. Au cours de la période estivale ou de la période des fêtes en décembre, les établissements ne fonctionnent pas à leur pleine capacité, ce qui fait qu'ils ne peuvent répondre à une aussi grande demande qu'en temps normal. Cependant, pour les besoins de la modélisation, nous supposons que le système fonctionne tous les jours de l'année et que les patients peuvent être admis tous les jours. Un autre facteur pouvant influencer le nombre de lits disponibles pour une spécialité particulière est l'utilisation des lits par un autre service, que ce soit parce qu'il y a un besoin plus urgent du lit dans cet autre service ou parce que le lit n'a pas encore été libéré et ne peut pas être attribué à un nouveau patient. En effet, les patients dont le séjour est plus long que prévu occupent un lit qui aurait pu être attribué à un nouveau patient dans une autre spécialité.

Afin d'obtenir des données probantes à utiliser pour la modélisation, les capacités de chaque établissement ont été définies à partir des données disponibles. Cependant, plusieurs établissements ne fournissent pas de données précises sur le nombre de lits par département, et par conséquent nous avons estimé une capacité moyenne pour ces établissements à l'aide de la

formule suivante : $capacité\ moyenne_h \cong \frac{\sum_t admissions_{h,t}}{12}, \forall h.$

On suppose donc que le nombre d'admissions moyen mensuel correspond à la capacité de l'établissement par mois, mais cette approximation entraîne un certain décalage par rapport à la

situation réelle. Le tableau 6.4 présente le détail des capacités théoriques mensuelles utilisées par établissements.

Tableau 6-4 Capacité des établissements

Établissement	Capacité
CENTRE D HEBERGEMENT CHAMPLAIN	1
CENTRE D HEBERGEMENT J.-HENRI-CHARBONNEAU	1
CENTRE D HEBERGEMENT JACQUES-VIGER	1
CENTRE D HEBERGEMENT NOTRE-DAME-DE-LA-MERCI	1
CENTRE HOSPITALIER DE ST. MARY	115
CHU SAINTE-JUSTINE	22
HOPITAL CATHERINE BOOTH DE L ARMEE DU SALUT	2
HOPITAL CHARLES LEMOYNE	10
HOPITAL CITE DE LA SANTE	14
HOPITAL DE LACHINE	5
HOPITAL DE LASALLE	33
HOPITAL DE SAINT-EUSTACHE	10
HOPITAL DE VERDUN	77
HOPITAL DU HAUT-RICHELIEU	6
HOPITAL DU SACRE-COEUR DE MONTREAL	98
HOPITAL FLEURY	62
HOPITAL GENERAL DE MONTREAL	111
HOPITAL GENERAL DU LAKESHORE	65
HOPITAL JEAN-TALON	37
HOPITAL JUIF DE READAPTATION	1
HOPITAL MARIE CLARAC	2
HOPITAL NOTRE-DAME DU CHUM	69
HOPITAL PIERRE-BOUCHER	7
HOPITAL PIERRE-LE GARDEUR	14
HOPITAL RICHARDSON	1
HOPITAL SANTA CABRINI	88
HOPITAL SHRINERS POUR ENFANTS (QUEBEC)	20
HOTEL-DIEU DU CHUM	62
L HOPITAL DE MONTREAL POUR ENFANTS	12
L HOPITAL DE READAPTATION LINDSAY	2
L HOPITAL GENERAL JUIF SIR MORTIMER B. DAVIS	102
L INSTITUT DE READAPTATION DE MONTREAL	1
PAV. MAISONNEUVE/PAV. MARCEL-LAMOUREUX	69
PAVILLON COTE-DES-NEIGES	2
VILLA MEDICA	1

Variation de la capacité théorique

En pratique, plusieurs facteurs peuvent faire varier la capacité réelle d'un établissement. La capacité est définie comme étant la quantité maximum de matière qu'une entité peut contenir (Dendien, 2004). Lorsqu'on applique ce concept au système de santé, on peut définir la capacité comme étant la quantité maximum de patients qu'un établissement peut contenir pour une période définie. Plusieurs facteurs peuvent influencer la capacité, tels que la durée de séjour de chaque patient, le taux de rotation des lits, la disponibilité des ressources secondaires ou le nombre de patients non prévus à l'horaire qui arrive du service d'urgence. La capacité réelle peut donc varier de façon imprévue dans un délai très court. Cependant, pour faciliter la modélisation, nous supposons que la capacité réelle est égale à la capacité théorique pour chaque jour, pour chaque établissement.

Contrainte de capacité et choix de la distribution

Pour prévoir la capacité disponible à chaque mois, rappelons que nous ferons appel aux notions de taux d'occupation des lits et de taux de rotation des lits. Parmi les distributions qui pourraient être utilisées afin de représenter la durée moyenne de séjour, nous avons choisi de nous baser sur les données réelles afin de choisir la distribution la plus représentative. En analysant les durées de séjour des patients admis en 2009 à l'aide du *Input Analyser* du logiciel Arena, nous savons que la distribution de la durée moyenne de séjour suit une distribution de Weibull. Nous travaillerons donc sous cette hypothèse afin de modéliser le taux de rotation des lits, ce qui nous servira de base pour le paramètre contrôlant la forme de la distribution, $\varphi(h, t)$. Rappelons que plusieurs distributions autres que Weibull pourraient être utilisées pour estimer la durée telles que Log-normal ou Gamma. Cependant puisqu'on veut ajuster la distribution à la réalité observée, la distribution Weibull est ici la plus pertinente.

La loi de Weibull est une loi de probabilité continue définie selon divers paramètres. Puisque nous sommes en présence d'un cas où toutes nos données sont positives, la fonction sera caractérisée par deux paramètres. Le premier paramètre est le paramètre de forme (k) qui détermine justement la forme de la distribution. Ce paramètre est toujours strictement positif, ce

qui veut dire que le nombre d'événements de défaillance augmente avec le temps. Dans le cas des visites de patients, on interprète ce paramètre comme le nombre de fois où le patient restera pour une durée différente de celle prévue. Le deuxième paramètre est le paramètre d'échelle (λ) qui détermine le niveau d'aplatissement de la distribution. Ce paramètre est également strictement positif et on sait que plus le paramètre d'échelle est grand et plus la distribution sera étendue. La fonction de répartition est définie de la façon suivante (Hazewinkel, 2001) :

$$F(x; k; \lambda) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k}.$$

Puisque la durée moyenne de séjour suit une distribution de Weibull, il nous est possible de déterminer la distribution du taux de rotation des lits. En effet, le taux de rotation et la durée moyenne de séjour sont des notions complémentaires pour définir la capacité des lits d'hôpital. La durée moyenne de séjour est définie comme étant le nombre de jours d'hospitalisation de l'ensemble des patients divisé par le nombre total de patients admis pour la période considérée (Chawla & Govindaraj, 1996). En ce qui concerne le taux de rotation, il est défini comme le nombre de malades ayant occupé un lit durant la période définie. Étant donné que le nombre de lits est constant pour chaque jour, mais que chaque patient reste un nombre de jours différent à l'hôpital, le taux de rotation variera pour chaque mois. Grâce à ces informations, et étant donné qu'on suppose que la durée de séjour moyenne suit une distribution de Weibull, il est possible d'estimer combien de patients seront hospitalisés pour chaque période. Ainsi, il sera également possible de déterminer combien de patients devront être pris en compte dans le flux de patients hospitalisés d'une période à l'autre.

Échanges permis

Étant donné que nous voulons contrôler pour quelles catégories d'établissements les échanges sont permis et pour lesquelles les échanges sont interdits, nous avons défini des catégories d'établissements afin de limiter les échanges permis. Nous avons créé trois catégories: les établissements généraux, les établissements pour enfants et les établissements d'hébergement. Par conséquent, nous avons défini que les patients en attente pour un établissement général ne pouvaient pas être admis dans un établissement pour enfants, que les patients en attente pour un

établissement pour enfants ne pouvaient être admis que dans un établissement pour enfants et qu'un patient en attente pour un établissement d'hébergement ne pouvait être admis que dans un établissement d'hébergement. Cependant, le modèle est flexible et permet d'ajouter le type d'interdictions qui est nécessaire, selon le besoin. Il serait donc possible de limiter d'autres types d'échanges en définissant le paramètre de façon à interdire certains échanges ou de permettre des échanges qui étaient interdits.

Coûts

Les coûts ont été définis pour chaque type d'arc, selon leur origine et leur destination. Rappelons que les coûts ont été déterminés de manière à pondérer l'importance de l'arc par rapport au temps d'attente étant donné que nous voulons minimiser le temps d'attente des patients.

Source

En ce qui concerne les flux ayant pour origine le nœud source, les coûts leur étant associés devront être gardés au minimum puisque nous cherchons à faire passer l'ensemble des patients dans le système. Par le fait même, associer le plus bas coût possible à l'entrée du patient dans le système est la solution la plus logique. De plus, étant donné que le nœud source agit seulement comme nœud de redistribution, un coût élevé n'est pas nécessaire pour ces arcs. Nous fixerons donc leur coût à $c(s, d, t) = 1$.

Arrivées

Les arcs ayant pour source les nœuds d'arrivée ont deux destinations possibles : un établissement ou un nœud d'attente. Encore une fois, les coûts associés à ces arcs seront gardés au minimum étant donné que nous cherchons à maximiser le flux de patients. Le coût leur étant associé sera donc de $c(d, h, t) = 1$ et $c(d, w, t) = 1$.

Établissements

En ce qui touche les arcs sortant d'un nœud "établissement", ils peuvent avoir trois destinations possibles : le nœud puits, le nœud du même établissement à la période suivante ou un nœud d'un autre établissement à la période suivante. Dans le cas des arcs ayant pour destination le nœud puits, le coût sera encore une fois gardé au minimum puisque c'est la meilleure option pour minimiser la durée de séjour des patients. Ils auront donc un coût de $c(h, p, t) = 1$. Dans le cas des arcs se rendant au nœud du même établissement à la période suivante, le coût sera fixé à $c(h, h, t) = 2$. En effet, il est possible que les patients doivent rester hospitalisés pour plusieurs jours et par le fait même, s'ils sont entrés dans les derniers jours de la période, ils occuperont encore un lit au début de la période suivante. Puisque cette option est inévitable, il est logique de conserver le coût y étant relié assez bas, mais puisque ce n'est pas l'option la plus favorable nous fixons un coût un peu plus élevé. Dans le cas des transferts à un autre établissement, nous cherchons à éviter cette option lorsque possible et c'est pourquoi nous fixons un coût de $c(h, i, t) = 10$ pour ces arcs.

Attente

Les coûts pour les arcs provenant des nœuds "attente" sont les plus importants étant donné que c'est ce qu'on cherche à minimiser principalement avec le modèle. Leur définition est donc plus particulière. Rappelons que nous avons défini trois cas de figure : les arcs ayant pour destination un établissement, les arcs se rendant à un autre nœud d'attente et finalement les arcs se rendant au nœud puits. Puisque nous cherchons à maximiser le flux de patients vus dans un établissement tout en minimisant le temps d'attente, le coût des arcs se rendant à un nœud "établissement" sera maintenu à $c(w, h, t) = 1$ pour favoriser cette option. Le troisième cas, où le flux passe directement d'un nœud d'attente au nœud puits, sera pénalisé puisque les patients n'auront pas été vus au cours de la période. Ce cas peut se produire uniquement à la dernière période définie par l'horizon, car en aucun cas un patient ne pourra quitter le réseau avant d'être passé par un établissement. En effet, nous considérerons qu'une fois le patient inscrit à la liste d'attente, il ne changera pas d'idée et voudra bien voir un médecin. On associera donc un coût $c(w, p, t) = M$ (défini à 1 000 000 pour les besoins de la modélisation) aux patients passant d'un nœud "attente" au nœud puits. Pour ce qui est des arcs joignant deux nœuds "attente", le coût sera croissant dépendamment du nombre

de périodes passées par le patient en attente. Rappelons que la formule pour calculer les coûts des arcs d'attente est $c_{ww_1t}x_{ww_1t} = 10 * 2^t(x_{ww_1t} - x_{ww_1t-1})$. Plus le nombre de périodes en attente est grand et plus le coût sera grand, étant donné qu'un temps d'attente très long implique des désavantages plus importants pour le patient, particulièrement s'il dépasse les délais prescrits.

6.2 Présentations des différents scénarios

Afin de comparer les modèles entre eux, nous avons évalué plusieurs scénarios, résumés au tableau 6.5. Pour chaque scénario, nous faisons varier un paramètre particulier afin de comparer l'impact sur la solution obtenue.

Tableau 6-5 Scénarios analysés

Scénarios	Capacité théorique	Remplissage initial	Durée de séjour	Taux de rotation
A. Scénario de base	Capacité théorique constante par mois	Remplissage initial basé sur les données réelles	Durée moyenne de séjour	Taux de rotation moyen
B. Situation d'attente initiale élevée	Capacité théorique constante par mois	Remplissage initial 1,5 fois plus grand	Durée moyenne de séjour	Taux de rotation moyen
C. Durée de séjour médiane	Capacité théorique constante par mois	Remplissage initial basé sur les données réelles	Durée de séjour médiane	Taux de rotation médian
D. Durée de séjour ± grande que la durée moyenne de séjour	Capacité théorique constante par mois	Remplissage initial basé sur les données réelles	D.1 Durée de séjour + 5 %	Taux de rotation ± 5 %
			D.2 Durée de séjour - 5 %	

Tableau 6-5 Scénarios analysés (suite)

E. Durée de séjour ± écart-type	Capacité théorique constante par mois	Remplissage initial basé sur les données réelles	E.1 Durée de séjour + écart- type;	Taux de rotation ± 5 %
			E.2 Durée de séjour - 0,5écart-type	

Le premier scénario (A) sera le scénario de base qui nous servira de point de comparaison. Les paramètres utilisés sont basés sur les données réelles de l'année 2009. La durée moyenne de séjour mensuelle de chaque établissement est donnée grâce aux données de 2009, le remplissage initial est basé sur les données rendues disponibles par le MSSS pour le service d'orthopédie, la capacité théorique a été estimée à partir du nombre moyen d'admissions mensuel par établissement et le taux de rotation est calculé à partir de la durée moyenne de séjour. La variation de la durée de séjour est introduite grâce au paramètre $\varphi(n,t)$ qui permet de choisir la forme de la distribution afin que la distribution de la durée de séjour de l'ensemble des patients suive une distribution de Weibull.

Pour le deuxième scénario (B), l'ensemble des paramètres reste identique au scénario A à l'exception du paramètre de **remplissage initial**. On veut étudier l'impact d'un plus grand nombre de patients en attente dès le départ de l'horizon choisi. Nous avons donc introduit plus de patients dès le départ de la façon suivante: $1,5 \cdot Q_b$.

Pour le troisième scénario (C), les paramètres sont identiques au scénario A excepté pour la durée de séjour et le taux de rotation. Au lieu d'utiliser la durée moyenne de séjour, nous avons utilisé la **durée médiane de séjour**, et ce changement influence le taux de rotation que nous calculons à partir de la durée de séjour.

Les quatrième (D.1) et cinquième scénarios (D.2) possèdent les mêmes paramètres que le scénario A, excepté pour la durée de séjour et le taux de rotation. Pour le scénario D.1, nous faisons varier la durée moyenne de séjour de tous les établissements de la façon suivante: $1,05 \cdot DMS(h,t)$, tandis que pour le scénario D.2, nous la faisons varier ainsi: $0,95 \cdot DMS(h,t)$. Encore une fois, cette variation influencera également le taux de rotation.

Les sixième (E.1) et septième scénarios (E.2) sont semblables au scénario D puisqu'ils ont aussi les mêmes paramètres que le scénario A, excepté pour la durée de séjour et le taux de rotation. Dans le premier scénario E.1, la durée de séjour est modifiée par **l'ajout d'un écart-type** à la durée moyenne de séjour, que nous écrirons $DMS(h,t) + \sigma(h,t)$ (où $\sigma(h,t)$ est l'écart-type de la durée de séjour pour l'établissement h à la période t) et dans le scénario E.2, la durée moyenne de séjour est **diminuée d'un demi-écart-type**, que nous écrirons $DMS(h,t) - 0,5 \cdot \sigma(h,t)$. Ces variations auront un impact direct sur le taux de rotation.

En plus de ces variations dans les paramètres, nous avons combiné à ces scénarios trois situations de variation de la demande totale:

- **Cas 1** : la demande basée sur le nombre de requêtes faites en 2009;
- **Cas 2** : la demande générée de façon aléatoire entre des bornes définies entre 7 % et 10 %;
- **Cas 3** : la demande augmentée de 10 % par rapport au cas 1.

Nous avons donc 21 combinaisons de cas possibles que nous avons étudiées pour chacun des cinq modèles différents.

En choisissant ces trois situations de variation de la demande, nous avons un aperçu de différents débouchés possibles selon l'augmentation de la demande au cours des années. Puisque nous cherchons à prévoir comment répartir la demande, il est intéressant d'évaluer différentes façons dont elle pourra évoluer. Le cas 1 suppose que le nombre d'actes médicaux reste constant et que la distribution mensuelle est la même, peu importe les années. Avec le cas 2, on suppose que le

nombre d'actes médicaux reste constant, mais que la distribution mensuelle est variable. Finalement, le cas 3, plus réaliste, tient compte du fait que le nombre d'actes médicaux a tendance à augmenter au cours des années. En effet, selon les statistiques de la RAMQ, la variation annuelle moyenne du nombre de services était de +1,9 % pour les années 2009 à 2012 (Lepage, 2014). En supposant que cette variation se soit maintenue jusqu'à aujourd'hui, la demande en services médicaux aurait augmenté de 9,66 % en 5 ans, donc environ 10 %.

Indicateurs de performance

Puisque l'on s'intéresse à l'efficacité des modèles les uns par rapport aux autres, nous avons défini des indicateurs de performance afin de procéder à leur évaluation. Un bon indicateur de performance permet de répondre à plusieurs objectifs, tels que l'évaluation et le diagnostic de la situation, la communication des informations pertinentes et la motivation à un progrès continu. C'est pourquoi il est important de choisir de bons indicateurs qui représentent de façon précise l'état de la situation afin d'être vraiment utiles.

Étant donné que l'implantation d'un guichet unique aurait pour objectif principal de réduire les temps d'attente observés pour les patients en attente de service, nous avons défini des indicateurs conséquents. Le premier indicateur est le nombre total de patients en attente de service orthopédique ayant attendu sur une liste d'attente au cours de l'année afin de comparer les variations pour l'attente totale des modèles entre eux. Le deuxième est le nombre de patients ayant attendu 6 mois ou plus au cours de l'année puisqu'un certain nombre d'interventions pour la chirurgie orthopédique sont réglementées et doivent respecter les délais ministériels québécois de moins de 6 mois (Santé et Services sociaux, 2005). Il est donc intéressant de savoir combien de patients dépasseront ce délai de plus de 6 mois en attente. Le troisième est le nombre total de patients vus au cours de l'année afin de savoir si le fonctionnement en réseau influence la capacité du système. Grâce à ces trois indicateurs, nous pourrions présenter les données importantes à l'évaluation. Les annexes C, D et E présentent les données agrégées pour toutes les périodes pour les différents modèles et les différents scénarios. Ils nous permettent de voir les variations entre les différents modèles en nombres entiers et en pourcentage par rapport au modèle réseau.

6.3 Analyse des scénarios

En supposant que la situation réelle actuelle est sous optimale, il est intéressant d'étudier dans quelle mesure la situation s'améliore grâce à l'utilisation du modèle réseau. Une analyse plus poussée de chacun des scénarios nous permettra de vérifier notre hypothèse selon laquelle le modèle réseau est bien le plus performant, mais aussi de comparer la performance des autres modèles entre eux.

6.3.1 Scénario A : scénario de base

Cas 1: Demande mensuelle basée sur les données réelles

Pour le premier scénario utilisé, nous avons commencé par utiliser les paramètres décrits au tableau résumé 6.5. La figure 6.2 illustre la répartition de la demande selon la période. On peut voir que la demande varie peu selon la période, à l'exception des périodes 7 et 8 qui correspondent aux mois de juillet et août, donc aux vacances estivales, et à la période 12 qui correspond au mois de décembre, et donc aux vacances de Noël. L'attente initiale est représentative puisque le nombre de patients en attente est croissant selon le nombre de périodes et qu'il y a une plus forte croissance à la période -6, ce qui respecte les délais ministériels.

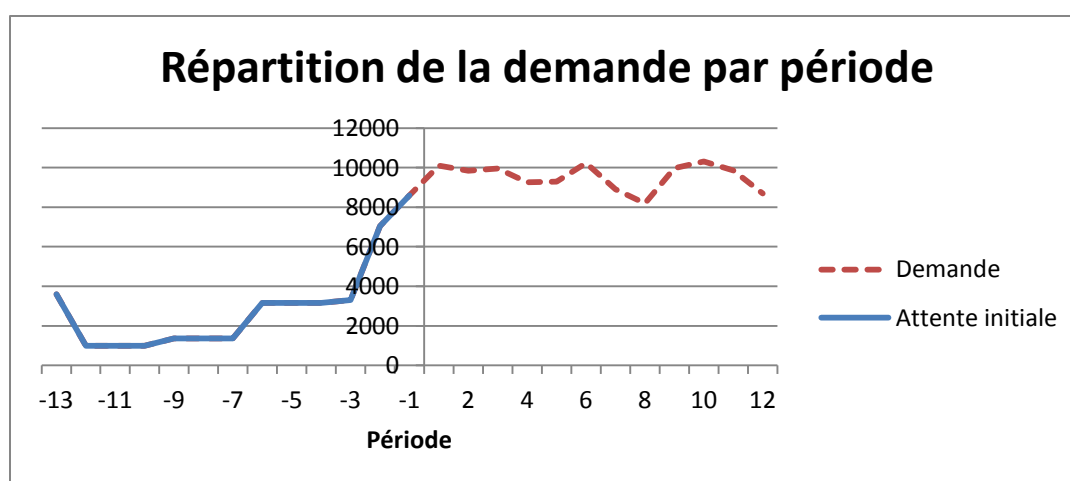


Figure 6-2 Répartition de la demande selon la période (cas 1)

Ce scénario nous servira de base de comparaison entre les différents modèles, puisqu'il se rapproche le plus possible des données réelles disponibles.

Les résultats obtenus pour chaque modèle nous donnent la répartition des patients pour chaque période par établissement (voir Annexe F pour plus de détails). Nous pouvons comparer avec précision les différents modèles et observer la façon dont les patients circulent entre les listes d'attente et les établissements pour chaque mois. Par conséquent, la comparaison entre les indicateurs de performance est assez précise.

Pour le premier indicateur défini, le nombre total de patients en attente au cours des douze mois, la répartition mensuelle selon le modèle utilisé est illustrée à la figure 6.3. On remarque que la somme de patients ayant attendu un mois est la même, peu importe le modèle utilisé, ce qui s'explique par le fait que la capacité théorique est la même pour tous les modèles. Cependant, la distribution varie par la suite, particulièrement pour les patients en attente 6 mois ou plus, le deuxième indicateur.

On peut donc voir à la figure 6.3 que le modèle réseau a une meilleure performance que les autres puisque pratiquement aucun patient n'attend au-delà de 7 mois. En comparaison, le modèle sans échanges voit 59 884 patients attendre 8 mois et plus (contre 5 178 pour le modèle réseau). De plus, le modèle sans échanges se démarque des autres puisqu'il voit moins de patients en attente pour 2 ou 3 mois, mais plus pour 7 ou 8 mois que le modèle réseau. De cette tendance, on conclut que ce modèle favorise l'accumulation de patients qui attendront très longtemps et que d'interdire les échanges n'est pas une solution optimale. Les modèles avec échanges (que ce soit avec échanges permis en tout temps ou avec déviation limitée) ont pour leur part une performance comparable entre eux. Cette particularité se remarque pour l'ensemble des scénarios étudiés et est plus longuement étudiée à la section 6.4. Par comparaison avec le modèle réseau, ils sont moins efficaces puisqu'en moyenne 49 980 patients attendent 8 mois ou plus, donc 8.65 fois plus de patients que pour le modèle réseau. Ils sont cependant plus efficaces que le modèle où aucun échange n'est permis.

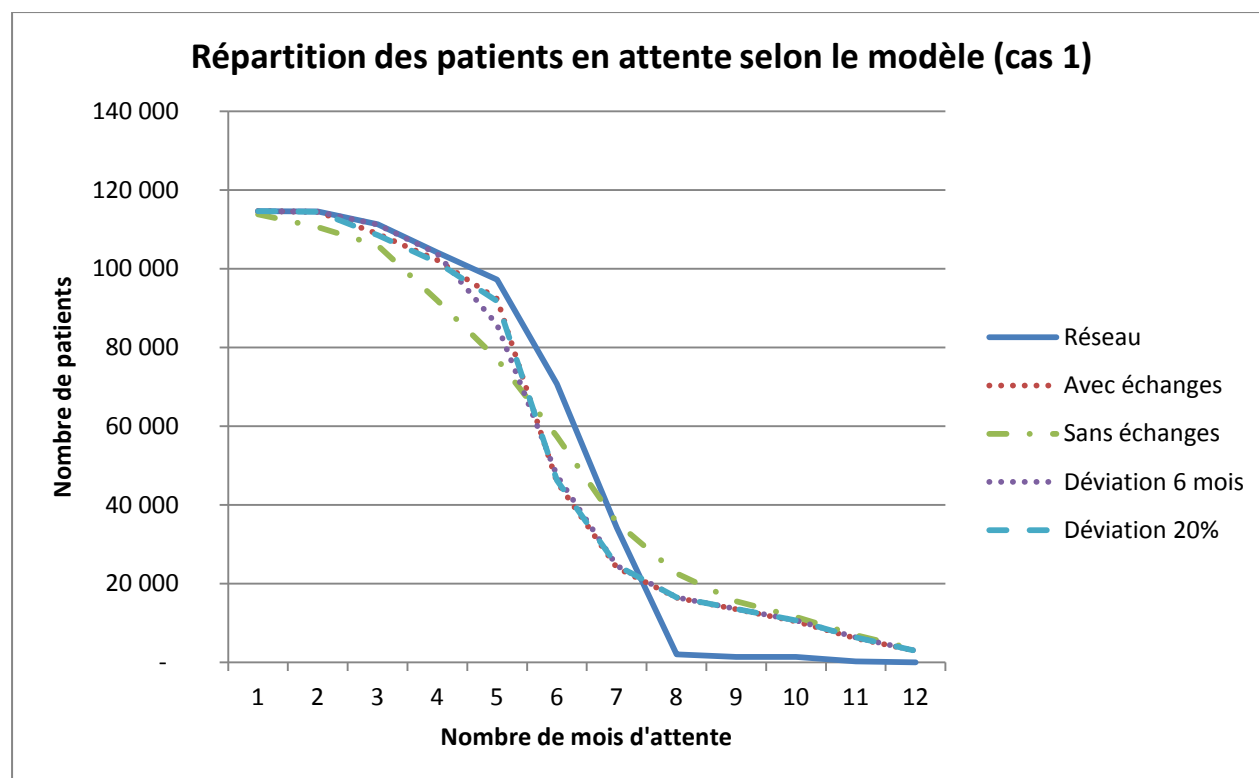


Figure 6-3 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 1, Scénario A)

Le tableau 6.6 présente le détail des indicateurs et nous permet de faire la comparaison entre les modèles. On voit que pour le premier indicateur, la variation entre les modèles est très faible ($<0,05\%$). Là où la différence est plus remarquable est pour le deuxième indicateur, où on voit que le modèle sans échange voit près de 39 % plus de patients en attente pour 6 mois ou plus au cours de l'année que le modèle réseau. Le modèle avec échanges est lui aussi moins performant que le modèle réseau avec une différence de 8,5 %. De façon prévisible, les modèles avec échanges, mais plus restreints, sont moins performants encore. Le modèle avec déviation permise après 6 mois présente une différence de 11 % avec le modèle réseau et pour sa part, le modèle avec un maximum de 20 % de déviation a une différence de 10 %. Notons que le temps d'attente moyen des patients est de 4,41 mois, ce qui se traduit sur le graphique par un grand nombre de patients en attente pour les 4 premiers mois. Pour ce qui est du troisième indicateur, le nombre de patients vus au cours de l'année, la différence entre les modèles est négligeable. Dans ce cas, on peut donc se fier principalement au deuxième indicateur pour tirer des conclusions.

Tableau 6-6 Détails des indicateurs pour le scénario A et le cas 1 de demande réelle

Modèle\ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	652 008	-	110 185	-	86 942	-
Modèle avec échanges	652 075	0,01%	119 567	8,51%	86 942	0,00%
Modèle sans échanges	652 141	0,02%	152 850	38,72%	86 939	0,00%
Modèle avec déviation après 6 mois	652 211	0,03%	122 255	10,95%	86 942	0,00%
Modèle max 20% déviation	652 141	0,02%	121 176	9,98%	86 941	0,00%

On peut conclure que dans un scénario où les patients ont une durée de séjour moyenne et que le nombre de patients en attente initialement est moyennement élevé, parié à un cas de demande assez plat, le modèle réseau est le plus efficace et le modèle sans échanges est le moins efficace.

Cas 2 : Demande mensuelle aléatoire bornée

Nous avons ensuite testé le scénario A en variant la demande. Puisque la demande mensuelle ne sera vraisemblablement pas la même chaque année, nous avons généré des pourcentages aléatoires pour chaque mois, bornés entre 7 % et 10 % afin d'obtenir des nombres vraisemblables. La distribution prend donc la forme illustrée à la figure 6.4, où la demande est plus drastiquement diminuée au mois 5 à 7, ainsi que 10 et 11, mais plus élevée aux mois 2, 4, 8 et 9.

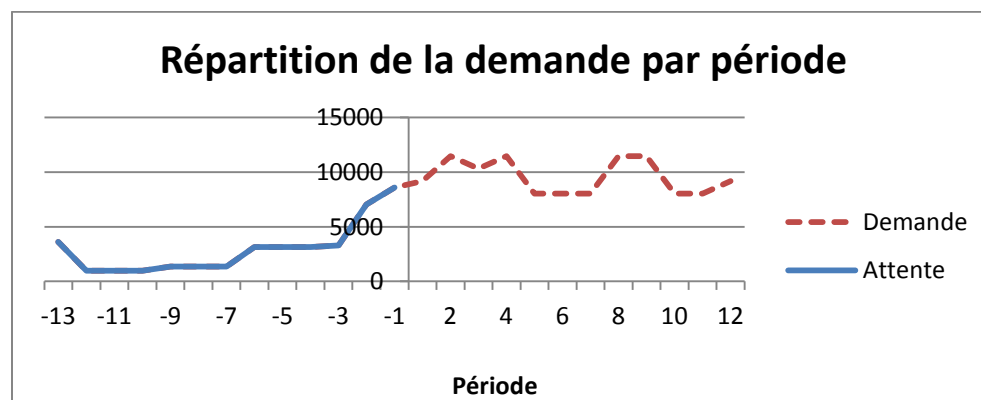


Figure 6-4 Répartition de la demande selon la période (cas 2)

Dans ce cas, les résultats obtenus sont assez semblables au cas 1. Le nombre de patients en attente total est approximativement le même, peu importe le modèle, mais leur répartition est différente (voir Figure 6.5). C'est donc selon le deuxième indicateur, le nombre de patients en attente 6 mois ou plus, que nous pouvons déterminer que le modèle réseau est encore une fois plus performant que les autres. De plus, on remarque que le modèle sans échanges présente des résultats qui suivent une fonction beaucoup plus plate que les autres modèles. Il existe une moins grande différence pour le nombre de patients en attente pour chaque mois que pour les autres modèles (113 791 patients en attente pendant 1 mois et 3258 patients en attente pendant 12 mois), particulièrement le modèle réseau (114 613 patients en attente pour 1 mois et aucun patient en attente pour 12 mois). On conclut que le modèle sans échanges implique qu'un plus grand nombre de patients restent en attente pour de plus longues durées. Pour les trois variations du modèle avec échanges, on remarque que les courbes sont quasiment confondues, ce qui implique que les résultats obtenus sont extrêmement semblables. On peut aussi voir que la répartition graphique montre deux plateaux, et que le premier s'étend jusqu'à la cinquième période, ce qui s'explique par la durée moyenne d'attente de 4,42 mois.

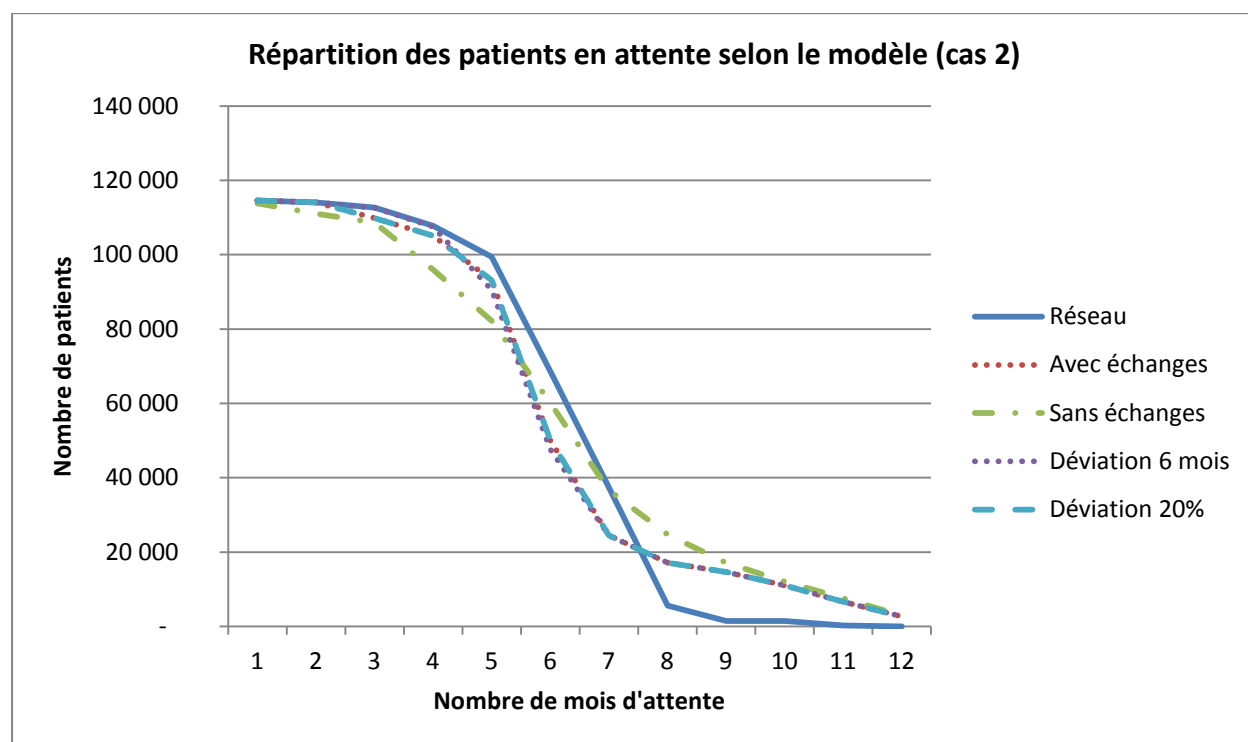


Figure 6-5 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 2, Scénario A)

En effet, comme on peut le voir au tableau 6.7, la différence au niveau du premier indicateur est remarquable seulement pour le modèle sans échanges par rapport au modèle réseau, avec une différence de 1,4 %. Au total, il y a donc presque 10 000 patients de plus qui sont en attente. Pour le deuxième indicateur, 114 930 patients doivent attendre 6 mois ou plus pour le modèle réseau, alors que pour le modèle sans échanges, ce nombre s'élève à 161 272, soit 40 % de plus. Lorsqu'on se penche sur le modèle avec échange, c'est 126 752 patients qui dépassent les 6 mois d'attente, soit 10 % de plus que le modèle réseau. Les résultats sont comparables pour les modèles avec échanges et déviation limitée. La différence pour le troisième indicateur est négligeable.

Tableau 6-7 Détails des indicateurs pour le scénario A et le cas 2 de demande aléatoire

Demande aléatoire bornée/ Scénario A						
Modèle\ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	663 470	-	114 930	-	86 942	-
Modèle avec échanges	663 441	0,00%	126 752	10,29%	86 948	0,01%
Modèle sans échanges	672 905	1,42%	161 272	40,32%	86 948	0,01%
Modèle avec déviation après 6 mois	663 503	0,00%	124 247	8,11%	86 949	0,01%
Modèle max 20% déviation	663 464	0,00%	126 785	10,32%	86 950	0,01%

Encore une fois, on peut dire que le modèle réseau est le plus efficace. Ainsi, peu importe la répartition mensuelle de la demande, un système libre avec file d'attente unique permet de faire passer les patients plus rapidement et de les faire attendre moins longtemps.

Cas 3 : Demande mensuelle 10 % plus élevée

Nous avons ensuite testé un troisième cas de demande, cette fois-ci en supposant que la demande soit 10 % plus grande. En effet, on peut de manière réaliste supposer que la demande augmentera au cours des années, et afin d'obtenir des prévisions intéressantes il est pertinent d'en tenir compte. La nouvelle répartition utilisée est semblable au cas 1, mais une différence importante est que l'écart entre l'attente initiale et la demande au premier mois est plus grand que dans le cas 1.

Avec ce troisième cas de répartition, les résultats restent semblables aux cas 1 et 2 comme nous pouvons le voir à la figure 6.6. Cependant, la différence entre les modèles au niveau du nombre de patients en attente selon le nombre de mois d'attente est moins marquée que dans le cas 2. En effet, puisqu'un plus grand nombre de patients arrive chaque mois, mais que la capacité n'a pas augmenté, un plus grand nombre de patients se retrouvent sur la liste d'attente, et ce chaque mois. Par conséquent, il y a une plus forte accumulation de patients et les temps d'attente s'allongent. Le temps d'attente moyen est donc plus long que dans les autres cas, avec 4,67 mois d'attente.

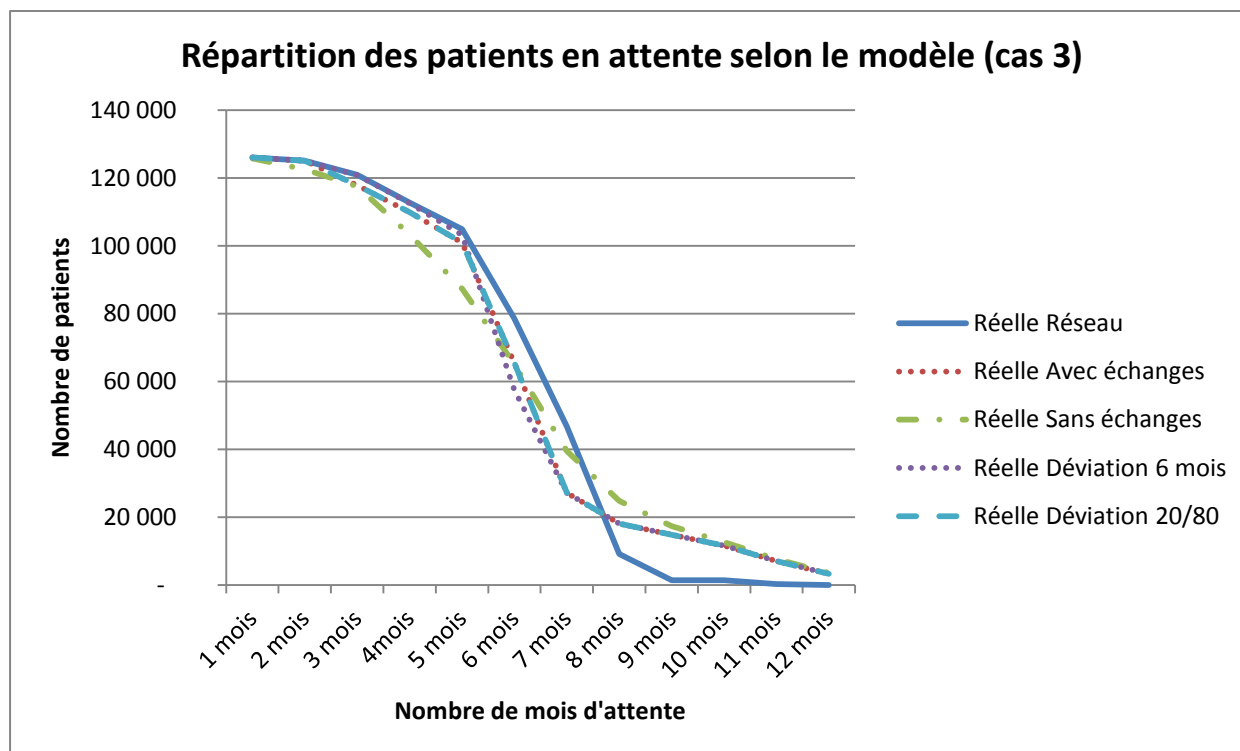


Figure 6-6 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 3, Scénario A)

On voit au tableau 6.8 que le modèle réseau a tout de même une meilleure performance avec 137 601 patients en attente 6 mois ou plus, comparativement à 170 641 pour le modèle sans échanges, soit une différence de 24 %. Pour ce qui est des modèles avec échanges, c'est en moyenne 144 879 patients qui dépassent le délai de 6 mois, soit 5 % plus de patients que pour le modèle réseau.

Tableau 6-8 Détails des indicateurs pour le scénario A et le cas 3 de demande augmentée

Demande +10 %/ Scénario A						
Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	727 232	-	137 601	-	86 944	-
Modèle avec échanges	727 297	0,01%	147 499	7,19%	86 956	0,01%
Modèle sans échanges	727 177	-0,01%	170 641	24,01%	86 955	0,01%
Modèle avec déviation après 6 mois	727 311	0,01%	139 560	1,42%	86 950	0,01%
Modèle max 20% déviation	727 382	0,02%	147 578	7,25%	86 944	0,00%

On conclut que pour le scénario A, peu importe le cas de demande utilisé, le modèle réseau est le plus performant et le modèle sans échanges est le moins performant. En effet, pour les trois cas de demande on observe à partir des graphiques de répartition que le modèle réseau possède une répartition plus favorable puisqu'un plus grand nombre de patients attend pour une courte durée et peu de patients attendent plus de 6 mois.

6.3.2 Scénario B : attente initiale élevée

Dans le scénario B, nous avons utilisé les paramètres suivants : capacité théorique constante par mois, taux de rotation moyen et durée moyenne de séjour, et un remplissage initial 1,5 fois plus grand que pour le scénario A. Ce faisant, l'attente initiale à la période 1 se trouve à être plus

grande que la demande mensuelle de la première période. Nous avons ensuite testé ce scénario pour les trois cas de demande différents.

Cas 1

Dans le cas où la demande mensuelle respecte la distribution établie par les données réelles, le modèle réseau performe encore mieux que les autres, mais la différence s'amincit comparativement au scénario A. On peut voir à la figure 6.7 que les différentes courbes sont beaucoup plus semblables. On conclut que le nombre de patients en attente selon le nombre de mois d'attente est plus rapproché peu importe le modèle, comparativement au scénario A. L'augmentation du nombre de patients en attente initialement a donc un impact direct sur le temps d'attente des patients puisque le temps d'attente moyen passe à 5,04 mois dans ce cas.

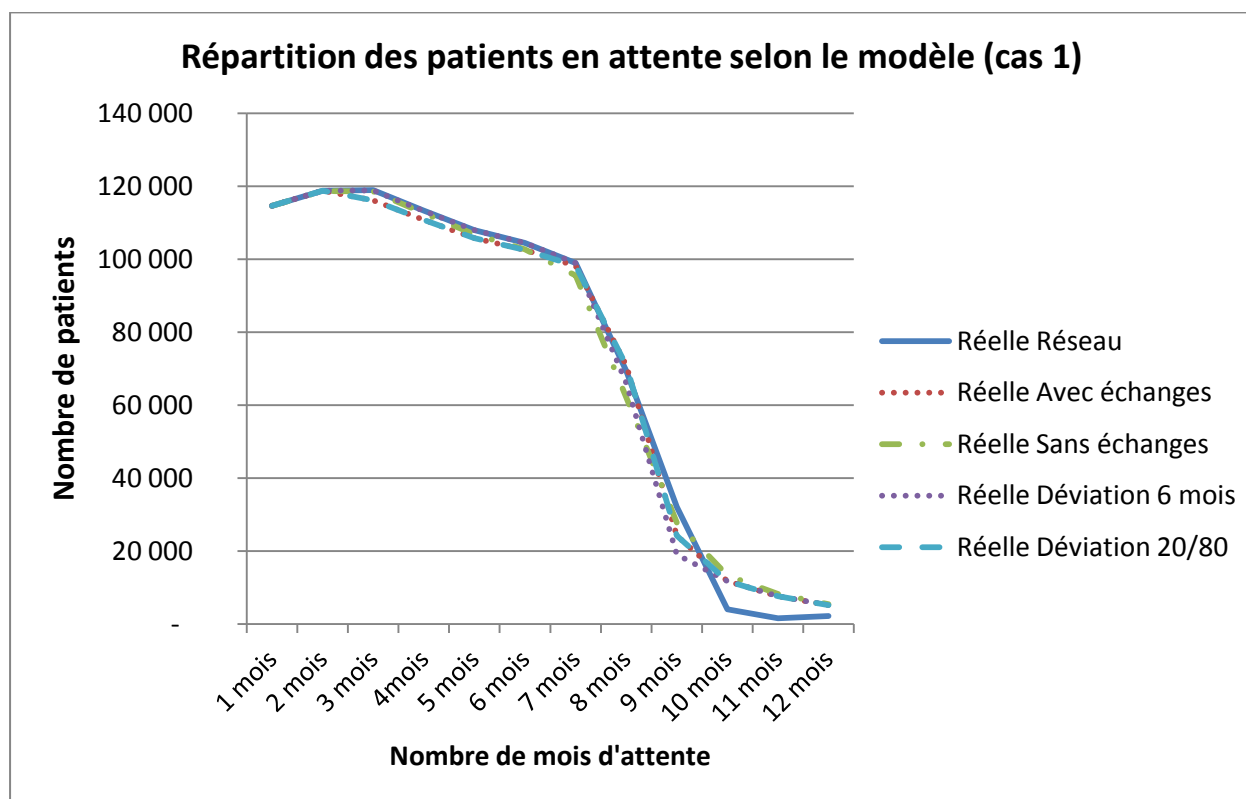


Figure 6-7 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 1, Scénario B)

Pour tous les indicateurs, la différence est moins grande qu'au scénario A (voir tableau 6.9). Si on prend le deuxième indicateur qui présente le nombre de patients ayant attendu 6 mois ou plus avant d'être admis, on peut comparer le modèle réseau avec le modèle avec échanges pour la demande basée sur les données réelles. Pour ce scénario où l'attente initiale est élevée, le modèle avec échanges voit 7 539 patients de plus attendre 6 mois ou plus que le modèle réseau, soit une variation de 2,41 %. On voit donc que lorsque les patients ont un établissement attribué au départ, mais peuvent changer d'établissement, plus de patients attendent plus longtemps que lorsqu'ils n'ont pas d'établissement attribué dès le départ. Pour les autres indicateurs, la différence est encore plus négligeable, avec moins de 1 % de différence entre les modèles. Le modèle avec 20 % de déviation maximum présente des résultats identiques, tandis que le modèle avec déviation permis après 6 mois présente des résultats un peu différents avec seulement 0,05 % de différence par rapport au modèle réseau pour le nombre de patients ayant attendu plus de 6 mois et des différences négligeables (<0,05 %) pour les indicateurs 1 et 3. Le modèle sans échanges offre une performance comparable avec une variation par rapport au modèle réseau plus petite que 1 % pour tous les indicateurs.

Tableau 6-9 Détails des indicateurs pour le scénario B et le cas 1 de demande réelle

Demande réelle/ Scénario B						
Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	886 685	-	312 999	-	86 927	-
Modèle avec échanges	886 717	0,00%	320 538	2,41%	86 942	0,02%
Modèle sans échanges	886 750	0,01%	315 332	0,75%	86 940	0,01%
Modèle avec déviation après 6 mois	886 690	0,00%	313 152	0,05%	86 942	0,02%
Modèle max 20% déviation	886 717	0,00%	320 538	2,41%	86 942	0,02%

Si on veut se concentrer plus spécifiquement sur le deuxième indicateur, il est possible d'observer graphiquement le nombre de patients en attente pour plus de 6 mois, comme détaillé aux figures 6.9 et 6.10 pour le scénario B et le scénario A respectivement et le cas 1 de demande.

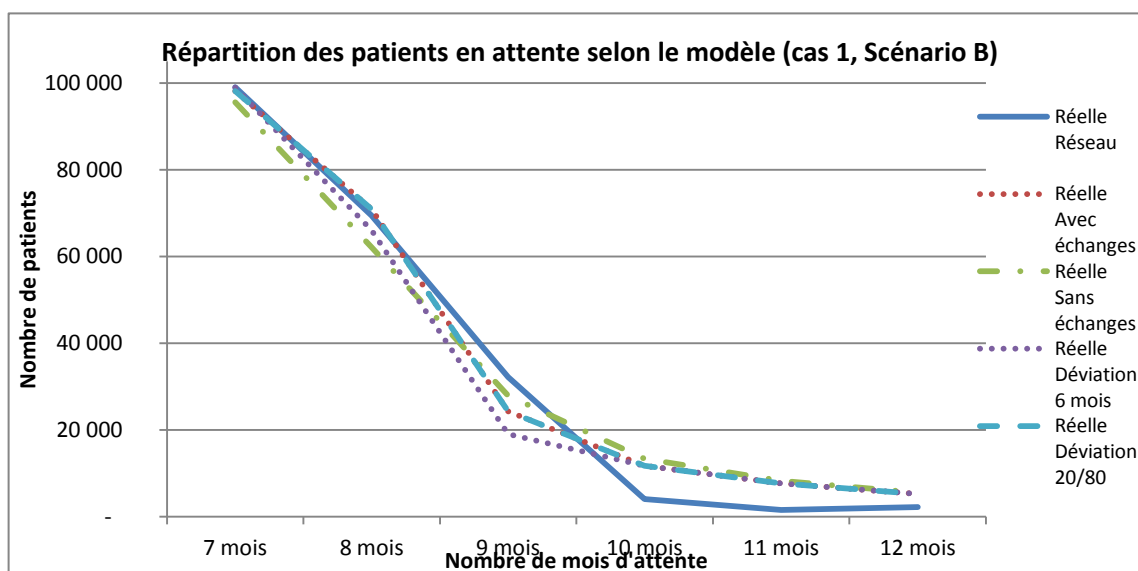


Figure 6-8 Nombre de patients en attente pour plus de 6 mois selon le scénario B

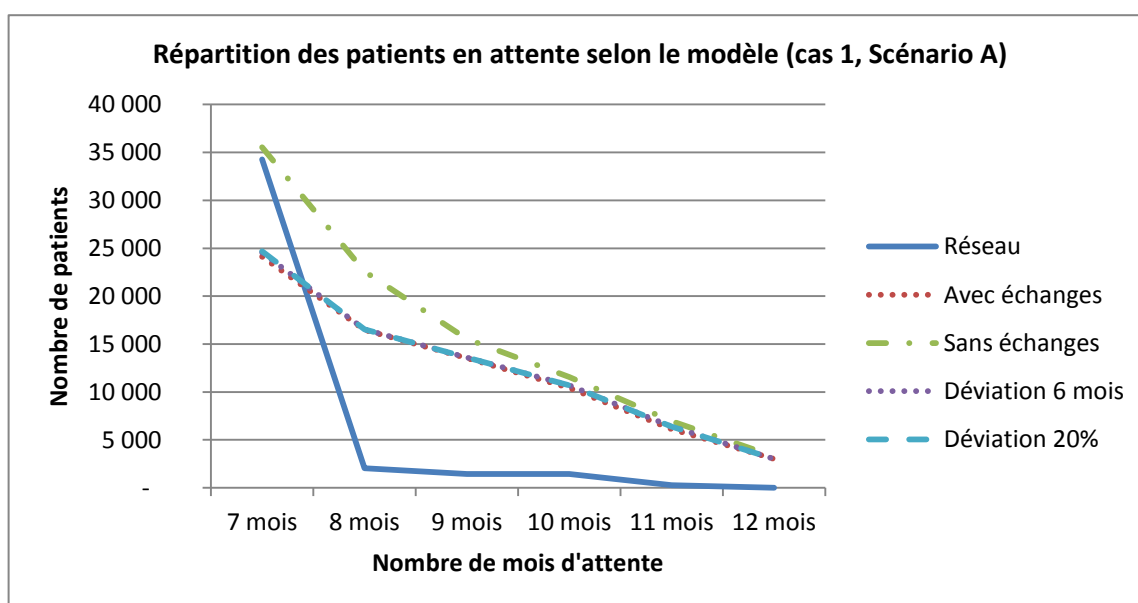


Figure 6-9 Nombre de patients en attente pour plus de 6 mois selon le scénario A

On voit que le scénario B présente des résultats plus uniformes peu importe le modèle, tandis que le scénario A montre clairement un avantage pour le modèle réseau. Pour le scénario B, on observe à partir du graphique de répartition que le modèle réseau possède une répartition beaucoup plus semblable aux autres modèles, ce qu'on n'observait pas au scénario A. Par conséquent, on peut conclure qu'un plus grand nombre de patients en attente dès le départ réduit l'amélioration causée par un système en réseau. En effet, le système prendra plus de temps à absorber la demande initiale, et c'est pourquoi la demande mensuelle ne pourra être traitée aussi rapidement, peu importe le modèle utilisé.

Cas 2 et cas 3

Le cas de demande aléatoire et le cas de demande augmentée de 10 % présentent approximativement les mêmes résultats que pour le cas 1. Le temps d'attente moyen par exemple est aussi de 5,04 mois. Comme présenté aux tableaux 6.10 et 6.11, les variations entre les différents modèles sont plus petites que pour le scénario A. Une particularité dans le cas 2 de demande est que pour le premier indicateur, le modèle avec échanges et le modèle avec déviation après 6 mois ont des résultats moins élevés que le modèle réseau. Étant donné que dans ce cas le remplissage initial est élevé et la demande à la première période est plus basse que pour le cas 1, le modèle avec échanges semble être particulièrement efficace avec cette configuration des paramètres. Cependant, la variation est très faible ($<0,02\%$), ce qui n'est pas suffisant pour considérer que le modèle avec échanges est réellement plus efficace que le modèle réseau. Pour le troisième indicateur, le même phénomène est observé, cette fois-ci pour le modèle avec un maximum de 20 % de déviation. Encore une fois, cette différence est assez négligeable ($<0,02\%$). Cependant, ces résultats nous permettent de constater que les différences entre les différents modèles sont beaucoup plus semblables dans le cas du scénario B que dans le cas du scénario A. Le deuxième indicateur montre que le modèle sans échanges, qui était normalement le pire modèle, présente lui aussi des résultats beaucoup plus semblables au modèle réseau, avec une variation de seulement 0,79 % (comparativement à une variation qui était de 40 % pour le même cas de demande au scénario A). Les trois modèles avec échanges présentent des résultats comparables entre eux pour ce deuxième indicateur.

Tableau 6-10 Détails des indicateurs pour le scénario B et le cas 2 de demande aléatoire

Demande aléatoire/ Scénario B						
Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	898 143	-	317 740	-	86 938	-
Modèle avec échanges	898 022	-0,01%	325 352	2,40%	86 951	0,01%
Modèle sans échanges	898 147	0,00%	320 236	0,79%	86 951	0,01%
Modèle avec déviation après 6 mois	898 098	-0,01%	317 864	0,04%	86 941	0,00%
Modèle max 20% déviation	898 157	0,00%	325 487	2,44%	86 931	-0,01%

Les résultats pour le scénario B et le cas 3 de demande sont très similaires à ceux obtenus pour le cas 2. Une différence notable est pour le premier indicateur où les variations par rapport au modèle réseau sont toutes positives. Une demande plus élevée diminue un peu l'impact de l'augmentation du remplissage initial, particulièrement sur les modèles avec échanges. Une autre différence est pour le temps d'attente moyen, qui est ici de 5,23 mois.

Tableau 6-11 Détails des indicateurs pour le scénario B et le cas 3 de demande augmentée

Demande +10 %/ Scénario B						
Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	961 737	-	340 243	-	86 948	-
Modèle avec échanges	961 927	0,02%	348 673	2,48%	86 948	0,00%
Modèle sans échanges	962 013	0,03%	342 588	0,69%	86 948	0,00%
Modèle avec déviation après 6 mois	962 035	0,03%	340 686	0,13%	86 946	0,00%
Modèle max 20% déviation	962 106	0,04%	348 852	2,53%	86 943	-0,01%

La demande initiale 1.5 fois plus grande a donc un impact plus accentué sur la distribution finale des patients que la variation de la demande mensuelle. Par conséquent, on peut déduire qu'un système déjà engorgé par un grand nombre de patients sera difficilement amélioré à court terme, peu importe l'organisation du système. L'étude du modèle réseau sur un horizon plus long (2 ans, voire plus longtemps) pourrait devenir intéressante afin de voir l'évolution à moyen ou long terme des temps d'attente pour les différents modèles.

6.3.3 Scénario C : durée de séjour médiane

Pour le troisième scénario utilisé, le scénario C, nous avons utilisé les paramètres suivants : capacité théorique constante par mois, remplissage initial basé sur les données réelles, taux de rotation médian et durée médiane de séjour. En utilisant ces paramètres, nous avons testé les trois cas de demande étudiés.

Cas 1

Lorsqu'on utilise la durée de séjour médiane, les différences entre modèles s'accroissent considérablement (voir figure 6.10). Encore une fois, le modèle réseau est le plus performant et le modèle sans échanges le moins performant.

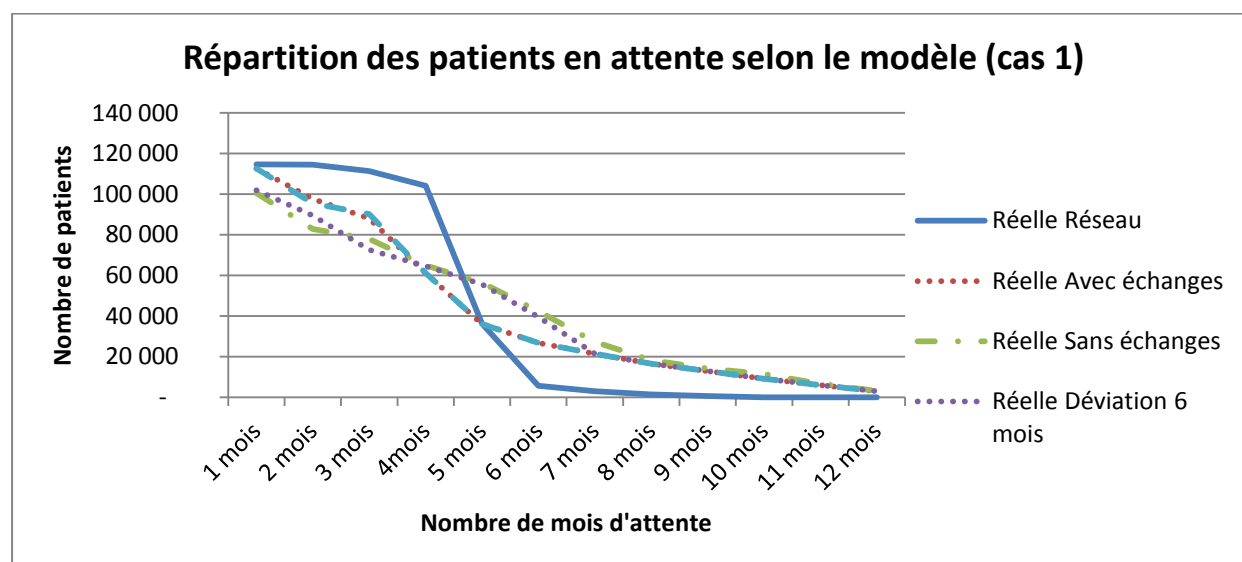


Figure 6-10 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 1, Scénario C)

En utilisant la durée de séjour médiane, les durées de séjour sont beaucoup plus courtes. En effet, la durée moyenne de séjour tous établissements confondus est de 5 jours, alors que la durée médiane est de 3,5 jours. Étant donné que la durée de séjour est plus courte, le taux de rotation est plus élevé et donc plus de patients peuvent être vus par mois dans les établissements. Les files d'attente se videront donc plus rapidement, ce qu'on remarque par le temps d'attente moyen de 3,56 mois. Cette différence est également observable grâce au graphique de répartition, où on voit que la courbe du modèle réseau est beaucoup plus éloignée des autres courbes que pour le scénario A ou le scénario B. On remarque l'effet de cette différence par la différenciation plus prononcée de la performance entre les divers modèles (voir tableau 6.12).

Tableau 6-12 Détails des indicateurs pour le scénario C et le cas 1 de demande réelle

Demande aléatoire/ Scénario C						
Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	491 773	-	11 021	-	113 552	-
Modèle avec échanges	497 834	1,23%	96 153	772,45%	113 556	0,00%
Modèle sans échanges	506 272	2,95%	123 590	1021,40%	113 545	-0,01%
Modèle avec déviation après 6 mois	493 053	0,26%	108 818	887,37%	113 567	0,01%
Modèle max 20% déviation	491 700	-0,01%	96 154	772,46%	113 577	0,02%

Dans ce cas-ci, le modèle réseau se montre particulièrement meilleur que les autres et le modèle sans échanges particulièrement mauvais, avec 2,95 % de plus que le modèle réseau pour l'indicateur du total des patients en attente durant l'année. Pour le deuxième indicateur, on parle d'une différence de 1021%, une différence considérable. Pour ce qui est des trois modèles avec échanges, la variation s'élève en moyenne à 811%. On peut donc conclure que lorsque la durée de séjour est courte, le modèle réseau fonctionne beaucoup mieux que les autres modèles.

Cas 2

On obtient des résultats similaires pour la distribution aléatoire de la demande (voir tableau 6.13). Le modèle réseau est encore une fois le plus performant, particulièrement pour l'indicateur des patients en attente 6 mois ou plus par une marge de 1036 % par rapport au modèle sans échange, de 786 % par rapport au modèle avec échange, de 900 % par rapport au modèle avec déviation après 6 mois et de 786 % par rapport au modèle avec 20 % de déviation. Le temps d'attente moyen reste sensiblement le même avec 3,57 mois.

Tableau 6-13 Détails des indicateurs pour le scénario C et le cas 2 de demande aléatoire

Demande aléatoire/ Scénario C						
Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	503 285	-	11 016	-	113 537	-
Modèle avec échanges	503 306	0,00%	97 613	786,10%	113 539	0,00%
Modèle sans échanges	517 164	2,76%	125 093	1035,56%	113 538	0,00%
Modèle avec déviation après 6 mois	504 330	0,21%	110 115	899,59%	113 539	0,00%
Modèle max 20% déviation	503 327	0,01%	97 614	786,11%	113 539	0,00%

Cas 3

Dans le cas où la demande est plus élevée, l'écart de performance est un peu moins grand (voir tableau 6.14). En effet, bien que plus de patients puissent passer chaque mois, une plus grande demande mensuelle va évidemment augmenter le nombre de patients en attente et donc diminuer la performance des modèles. Le temps d'attente moyen est un peu plus long que pour les deux autres cas, avec 3,84 mois d'attente. Pour une augmentation de la demande de 10 % par rapport au cas 1 de demande, le modèle réseau verra donc 75 158 patients en attente de plus, soit une augmentation de 15 % du nombre de patients en attente au cours de l'année. On peut conclure que

l'effet du paramètre de demande mensuelle contrebalance en quelque sorte l'effet de la durée de séjour médiane. En effet, pour le modèle réseau, la performance est encore meilleure que pour les autres variations du modèle. Encore une fois, cette différence est particulièrement remarquable pour le deuxième indicateur, avec une différence de 761 % par rapport au modèle avec échanges, de 1091 % par rapport au modèle sans échanges, de 853 % par rapport au modèle avec déviation après 6 mois et de 761 % par rapport au modèle avec un maximum de 20 % de déviation. La différence pour les autres indicateurs est beaucoup moins significative ($<1\%$).

Tableau 6-14 Détails des indicateurs pour le scénario C et le cas 3 de demande augmentée

Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	566 931	-	12 174	-	113 551	-
Modèle avec échanges	567 036	0,02%	104 758	760,51%	113 560	0,01%
Modèle sans échanges	571 700	0,84%	144 991	1090,99%	113 555	0,00%
Modèle avec déviation après 6 mois	567 036	0,02%	116 035	853,14%	113 556	0,00%
Modèle max 20% déviation	567 081	0,03%	104 762	760,54%	113 551	0,00%

6.3.4 Scénario D : variation de la durée de séjour

Pour le quatrième scénario utilisé, le scénario D, nous avons testé deux variations différentes de la durée de séjour : une augmentation de 5 % et une diminution de 5 %. Les paramètres suivants ont été utilisés : capacité théorique constante par mois, remplissage initial basé sur les données réelles, taux de rotation et durée moyenne de séjour variables. À partir de ces paramètres, nous avons testé les trois cas de demande étudiés.

6.3.4.1 Scénario D.1: Augmentation de 5 % de la durée de séjour

Cas 1

Grâce à la figure 6.11, on voit que lorsqu'on fait varier la durée de séjour des établissements de 5 % de plus que la durée moyenne, la distribution est semblable à celle obtenue au scénario A, qui était présentée à la figure 6.3. Le temps d'attente moyen est cependant un peu plus élevé, avec 4.59 mois d'attente en moyenne.

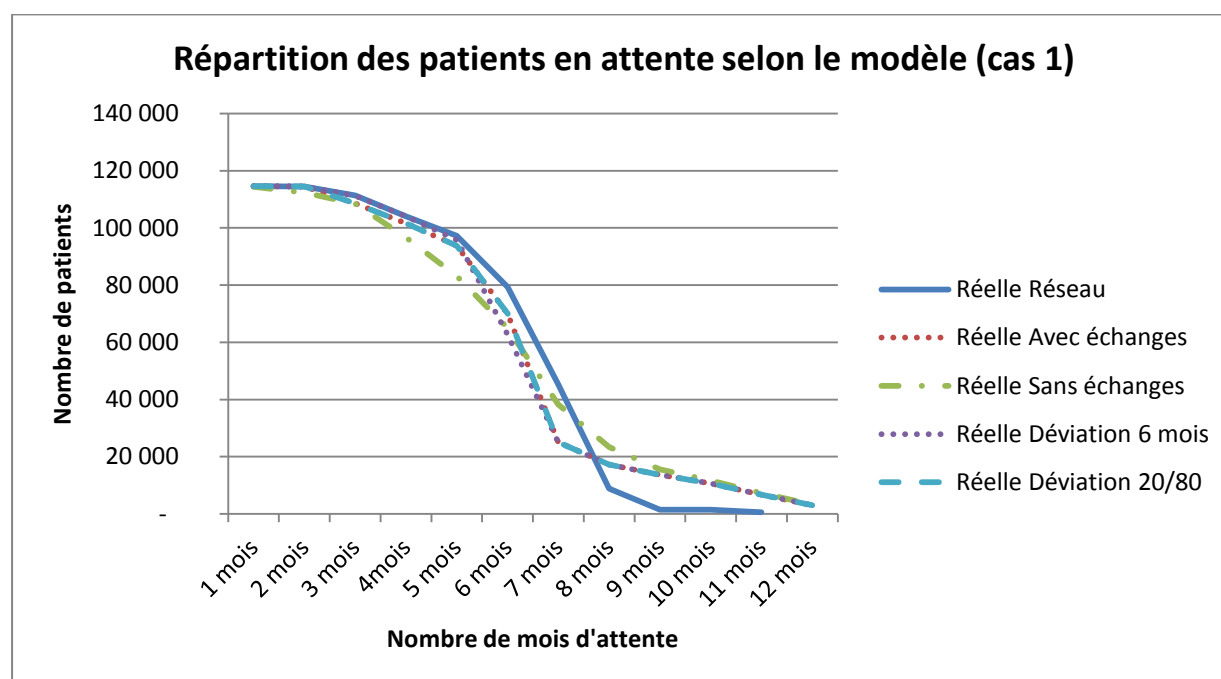


Figure 6-11 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 1, Scénario D)

Cependant, on note une différence au niveau des écarts entre les modèles (voir tableau 6.15). Par exemple, le modèle sans échanges présentait une variation de 39 % par rapport au modèle réseau en ce qui a trait au nombre de patients en attente 6 mois ou plus, alors que dans le scénario D, cette variation est de seulement 19,92 %. Cependant, il est intéressant de noter que pour le troisième indicateur, la somme totale de patients vus au cours de l'année, le modèle réseau semble un peu moins efficace que les autres modèles puisqu'on voit une différence négative avec les autres modèles : de -0,03 % avec le modèle sans échanges, de -0,02 % avec le modèle avec

échanges, de -0,04 % avec le modèle avec déviation et de -0,05 % avec le modèle avec pourcentage maximal de déviation. Cependant, cette différence est assez minime ($<1\%$). On conclut que le scénario où on augmente la durée de séjour de 5 % diminue les disparités entre les résultats obtenus pour le deuxième indicateur par les différents modèles comparativement au scénario de base A, mais diminue l'avantage du modèle réseau pour la somme de patients vus au cours de l'année.

Tableau 6-15 Détails des indicateurs pour le scénario D.1 et le cas 1 de demande réelle

Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	678 886	-	137 063	-	82 836	-
Modèle avec échanges	679 157	0,04%	146 226	6,69%	82 819	-0,02%
Modèle sans échanges	679 277	0,06%	164 369	19,92%	82 815	-0,03%
Modèle avec déviation après 6 mois	679 138	0,04%	138 968	1,39%	82 807	-0,04%
Modèle max 20% déviation	679 280	0,06%	146 352	6,78%	82 795	-0,05%

Cas 2 et cas 3

De manière semblable au cas 1, les variations entre les modèles sans échanges ou avec échanges et le modèle réseau sont plus petites que dans le scénario A (voir tableau 6.16 et tableau 6.17). En effet, on voit que pour le premier indicateur, la différence entre les modèles est minime. Pour le troisième indicateur, le cas de demande aléatoire semble légèrement défavoriser le modèle réseau, tandis que le cas de demande augmentée de 10 % semble le favoriser légèrement, mais la variation entre les modèles est extrêmement petite ($<0,02\%$). Pour le deuxième indicateur, on voit que le modèle sans échanges est moins bon que tous les autres, avec une variation du 19 % par rapport au modèle réseau dans le cas 2 et de 13 % dans le cas 3. Ces variations sont plus

faibles que pour le cas 1, où la variation était de 20 %. Les trois modèles avec échanges produisent des résultats intermédiaires entre le modèle réseau et le modèle sans échanges. Le temps d'attente moyen reste cependant le même pour le cas 2 qu'au cas 1, avec 4,59 mois d'attente et est légèrement plus élevé au cas 3 avec 4,83 mois.

Tableau 6-16 Détails des indicateurs pour le scénario D.1 et le cas 2 de demande aléatoire

Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	690 481	-	141 942	-	82 816	-
Modèle avec échanges	690 561	0,01%	150 968	6,36%	82 805	-0,01%
Modèle sans échanges	690 485	0,00%	168 720	18,87%	82 810	-0,01%
Modèle avec déviation après 6 mois	690 647	0,02%	146 851	3,46%	82 811	-0,01%
Modèle max 20% déviation	690 515	0,00%	150 929	6,33%	82 816	0,00%

Tableau 6-17 Détails des indicateurs pour le scénario D.1 et le cas 3 de demande augmentée

Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	754 419	-	164 788	-	82 797	-
Modèle avec échanges	754 450	0,00%	173 857	5,50%	82 806	0,01%
Modèle sans échanges	754 450	0,00%	185 366	12,49%	82 800	0,00%
Modèle avec déviation après 6 mois	754 484	0,01%	166 696	1,16%	82 806	0,01%
Modèle max 20% déviation	754 431	0,00%	173 737	5,43%	82 805	0,01%

On peut conclure qu'une augmentation de la durée de séjour fait diminuer le taux de rotation et empêche un roulement rapide des patients par établissement. Étant donné que le modèle réseau est efficace afin de redistribuer les patients là où la capacité le permet, ce modèle est moins efficace lorsque la capacité est plus petite. Il en va de même pour les autres modèles, mais comme leur efficacité était déjà moindre, la performance de tous les modèles est harmonisée vers un même résultat.

6.3.4.2 Scénario D.2: Diminution de 5 % de la durée de séjour

Cas 1 et cas 2

En s'intéressant au scénario inverse, une diminution de 5 % de la durée de séjour, on s'aperçoit rapidement que l'effet inverse sera observable sur la variation entre les modèles (voir la comparaison entre le scénario D.1 et D.2 au tableau 6.18). Nous venons de constater que lorsque la durée de séjour augmentait, les modèles tendaient à obtenir une performance plus rapprochée. Dans ce cas-ci, lorsque la durée de séjour diminue, la performance des modèles tend à se différencier plus fortement. Comme dans le scénario C où nous utilisons la durée de séjour médiane, qui était plus courte que la durée de séjour moyenne, une durée de séjour plus courte de 5 % fera en sorte que le modèle réseau se démarque des autres. On peut voir que pour une augmentation de 5 %, la variation moyenne du nombre de patients ayant attendu plus de 6 mois est de 9 % et que pour une diminution de 5 %, la variation moyenne est de 46 %. Cependant, le temps d'attente moyen va diminué comme on pouvait s'y attendre avec un temps d'attente moyen de 4,23 mois au cas 1 et de 4,24 mois au cas 2.

Tableau 6-18 Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année selon le scénario D.1 - durée moyenne +5 % versus D.2 - durée moyenne -5 %

Demande	Demande réelle	Variation	Demande réelle	Variation
Modèle	Durée+5		Durée -5 %	
Modèle réseau	137 063		81 074	-
Modèle avec échanges	146 226	7 %	105 950	31 %
Modèle sans échanges	164 369	20 %	145 942	80 %
Modèle avec déviation après 6 mois	138 968	1 %	115 223	42 %
Modèle max 20 % déviation	146 352	7 %	105 941	31 %
Moyenne		9 %		46 %

On voit au tableau 6.19 que la différence entre les modèles est particulièrement marquée pour le deuxième indicateur, surtout pour le modèle sans échanges qui a une différence de 80 % par rapport au modèle réseau.

Tableau 6-19 Détails des indicateurs pour le scénario D.2 et le cas 1 de demande réelle

Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	622 174	-	81 074	-	91 508	-
Modèle avec échanges	622 252	0,01%	105 950	30,68%	91 509	0,00%
Modèle sans échanges	622 252	0,01%	145 942	80,01%	91 508	0,00%
Modèle avec déviation après 6 mois	622 252	0,01%	115 223	42,12%	91 512	0,00%
Modèle max 20% déviation	622 223	0,01%	105 941	30,67%	91 514	0,01%

Le cas 2 présente une distribution et une performance semblable, étant donné la similitude des données utilisées. Cependant, la différence est un peu moins prononcée (73 % pour le modèle sans échanges au cas 2 comparativement à 80 % au cas 1).

Tableau 6-20 Détails des indicateurs pour le scénario D.2 et le cas 2 de demande aléatoire

Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	633 679	-	85 867	-	91 505	-
Modèle avec échanges	633 614	-0,01%	108 126	25,92%	91 508	0,00%
Modèle sans échanges	633 627	-0,01%	148 641	73,11%	91 506	0,00%
Modèle avec déviation après 6 mois	633 663	0,00%	116 581	35,77%	91 508	0,00%
Modèle max 20% déviation	633 663	0,00%	108 154	25,96%	91 507	0,00%

Cas 3

Le cas 3, bien que semblable aux cas 1 et 2, est légèrement différent. En effet, le fait que la demande mensuelle soit plus élevée diminue l'intensité de la diminution de la durée de séjour. Ainsi, bien que la durée de séjour plus petite de 5 % implique un taux de rotation plus élevé et un nombre de patients vus plus élevé, la demande mensuelle plus élevée fait en sorte que le nombre de patients en attente est plus élevé que pour les autres cas (voir tableau 6.21). Par conséquent, la variation moyenne du nombre de patients en attente 6 mois ou plus est de 22 % au lieu de 46 % entre le modèle réseau et les autres modèles. Cependant, le temps d'attente moyen, bien que plus élevé que pour les cas 1 et 2, est de seulement 4,49 mois.

Tableau 6-21 Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année selon le scénario D - Cas 1 (demande réelle) versus Cas 3 (demande + 10 %)

Demande	Demande réelle	Variation	Demande + 10 %	Variation
Modèle	Durée-5 %		Durée -5 %	
Modèle réseau	81 074	-	108 448	
Modèle avec échanges	105 950	31 %	120 544	11 %
Modèle sans échanges	145 942	80 %	159 828	47 %
Modèle avec déviation après 6 mois	115 223	42 %	126 805	17 %
Modèle max 20 % déviation	105 941	31 %	120 469	11 %
Moyenne		46 %		22 %

On voit au tableau 6.22 que pour ce scénario, la différence est moins marquée que pour les cas 1 et 2 que nous avons décrits auparavant. Par exemple, pour le deuxième indicateur, la différence pour le modèle sans échanges par rapport au modèle réseau est de 47 %.

On peut conclure qu'une diminution de la durée de séjour fait augmenter le taux de rotation et favorise un roulement rapide des patients par établissement. Étant donné que le modèle réseau est efficace afin de redistribuer les patients là où la capacité le permet, l'efficacité de ce modèle est décuplée lorsque la capacité est augmentée.

Tableau 6-22 Détails des indicateurs pour le scénario D.2 et le cas 3 de demande augmentée

Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	697 355	-	108 448	-	91 503	-
Modèle avec échanges	697 548	0,03%	120 544	11,15%	91 499	0,00%
Modèle sans échanges	697 409	0,01%	159 828	47,38%	91 500	0,00%
Modèle avec déviaton après 6 mois	697 287	-0,01%	126 805	16,93%	91 513	0,01%
Modèle max 20% déviaton	697 400	0,01%	120 469	11,08%	91 526	0,03%

6.3.5 Scénario E : variation de la durée de séjour \pm écart-type

Pour le cinquième scénario utilisé, le scénario E, nous avons encore une fois testé deux variations différentes de la durée de séjours : une augmentation d'un écart-type pour chaque établissement et chaque période et une diminution d'un demi-écart-type (lorsque cette variation était réalisable). Les paramètres suivants ont donc été utilisés : capacité théorique constante par mois, remplissage initial basé sur les données réelles, taux de rotation et durée moyenne de séjour variables. À partir de ces paramètres, nous avons testé les trois cas de demande étudiés.

6.3.5.1 Augmentation d'un écart-type de la durée de séjour

Cas 1

En augmentant la durée de séjour moyenne d'un écart-type, on voit que les modèles ont tendance à converger vers le même résultat (voir Figure 6.13). En effet, toutes les courbes des modèles sont semblables et on voit que la pente est beaucoup plus linéaire que pour les scénarios précédents, où on pouvait voir deux plateaux pour les 1mois-3mois et pour les 9mois-12mois.

Dans ce cas-ci, la durée moyenne de séjour est moins clairement illustrée, mais elle est plus longue avec 6,57 mois d'attente.

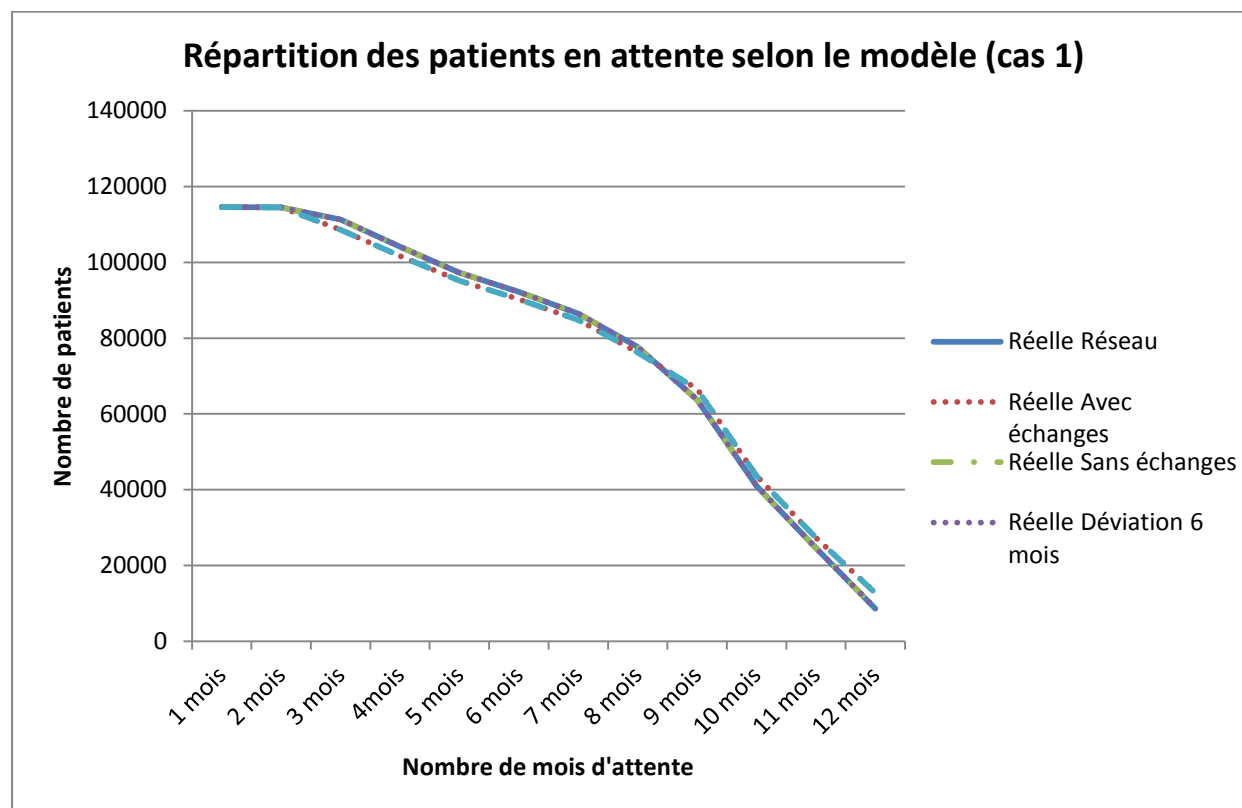


Figure 6-12 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 1, Scénario E)

En augmentant d'un écart-type, les durées de séjour sont beaucoup plus longues, puisque l'écart-type moyen pour tous les établissements est de 13.4. Par conséquent, le taux de rotation sera beaucoup plus petit et moins de patients pourront être vus au cours de l'année. Comme au scénario D.1 où une augmentation de 5 % diminuait les performances du modèle réseau, l'augmentation d'un écart-type diminue aussi les performances, mais de façon encore plus drastique (voir tableau 6.23). Les trois modèles avec échanges et le modèle sans échanges ont une différence de moins de 1 % par rapport au modèle réseau en ce qui a trait au nombre total de patients en attente au cours de l'année (indicateur 1). Pour le deuxième indicateur, on voit que le modèle avec échanges et le modèle avec un maximum de 20 % de déviation ont une performance comparable, avec une variation par rapport au modèle réseau de 1,91 % et 1,89 %

respectivement. Dans ce cas particulier, le modèle sans échanges serait donc plus performant avec une variation de seulement 0,01 %, ce qui indique qu'une durée de séjour plus élevée diminue l'efficacité du modèle réseau. Pour le troisième indicateur, le nombre total de patients vus au cours de l'année, le nombre est sensiblement le même peu importe le modèle, avec une différence allant de -0,01 % pour le modèle avec échanges à une différence de 0,02 % pour le modèle avec un maximum de 20 % de déviation.

Tableau 6-23 Détails des indicateurs pour le scénario E.1 et le cas 1 de demande réelle

Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	935 996	-	394 173	-	43 471	-
Modèle avec échanges	936 179	0,02%	401 695	1,91%	43 467	-0,01%
Modèle sans échanges	936 413	0,04%	394 203	0,01%	43 469	0,00%
Modèle avec déviati on après 6 mois	936 174	0,02%	394 330	0,04%	43 474	0,01%
Modèle max 20% déviation	936 102	0,01%	401 618	1,89%	43 480	0,02%

Cas 2 et cas 3

Dans le cas où la demande est aléatoire (cas 2) et le cas où la demande est plus grande de 10 % (cas 3), le résultat obtenu est comparable au cas 1. Encore une fois, si on se fie à l'indicateur de performance du nombre de patients en attente durant l'année, la différence entre les modèles est de moins de 1 %. Selon l'indicateur du nombre de patients en attente 6 mois ou plus, l'écart entre les modèles est de moins de 2 % et l'écart pour l'indicateur du nombre de patients vus au cours de l'année est plus petit que 0,5 % (voir tableau 6.24 et 6.25). Le temps d'attente moyen est de 6,55 mois pour le cas 2 et de 6,69 pour le cas 3. La différence entre les modèles est donc assez minime.

Tableau 6-24 Détails des indicateurs pour le scénario E.1 et le cas 2 de demande aléatoire

Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	947 516	-	398 977	-	43 469	-
Modèle avec échanges	947 575	0,01%	406 600	1,91%	43 458	-0,03%
Modèle sans échanges	949 575	0,22%	408 600	2,41%	43 460	-0,02%
Modèle avec déviatiion après 6 mois	947 557	0,00%	399 018	0,01%	43 469	0,00%
Modèle max 20% déviatiion	947 401	-0,01%	406 426	1,87%	43 479	0,02%

Tableau 6-25 Détails des indicateurs pour le scénario E.1 et le cas 3 de demande augmentée

Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	1 011 283	-	421 652	-	43 459	-
Modèle avec échanges	947 575	-6,30%	429 942	1,97%	43 454	-0,01%
Modèle sans échanges	1 011 612	0,03%	429 953	1,97%	43 455	-0,01%
Modèle avec déviatiion après 6 mois	1 011 373	0,01%	421 717	0,02%	43 462	0,01%
Modèle max 20% déviatiion	1 011 387	0,01%	429 827	1,94%	43 469	0,02%

6.3.5.2 Diminution d'un demi-écart-type de la durée de séjour

Cas 1

Après avoir testé l'augmentation de la durée de séjour d'un écart-type, nous avons voulu tester la situation inverse. Cependant, comme l'écart-type est très grand par rapport à la durée de séjour, nous obtenions des résultats aberrants lorsqu'on diminuait la durée de séjour d'un écart-type complet. Nous avons donc testé la situation où la durée de séjour est réduite d'un demi-écart-type lorsque c'était possible, ou lorsque la durée de séjour était égale à un jour lorsque c'était impossible. La figure 6.14 présente les différentes distributions du nombre de patients en attente par nombre de mois d'attente selon le modèle utilisé.

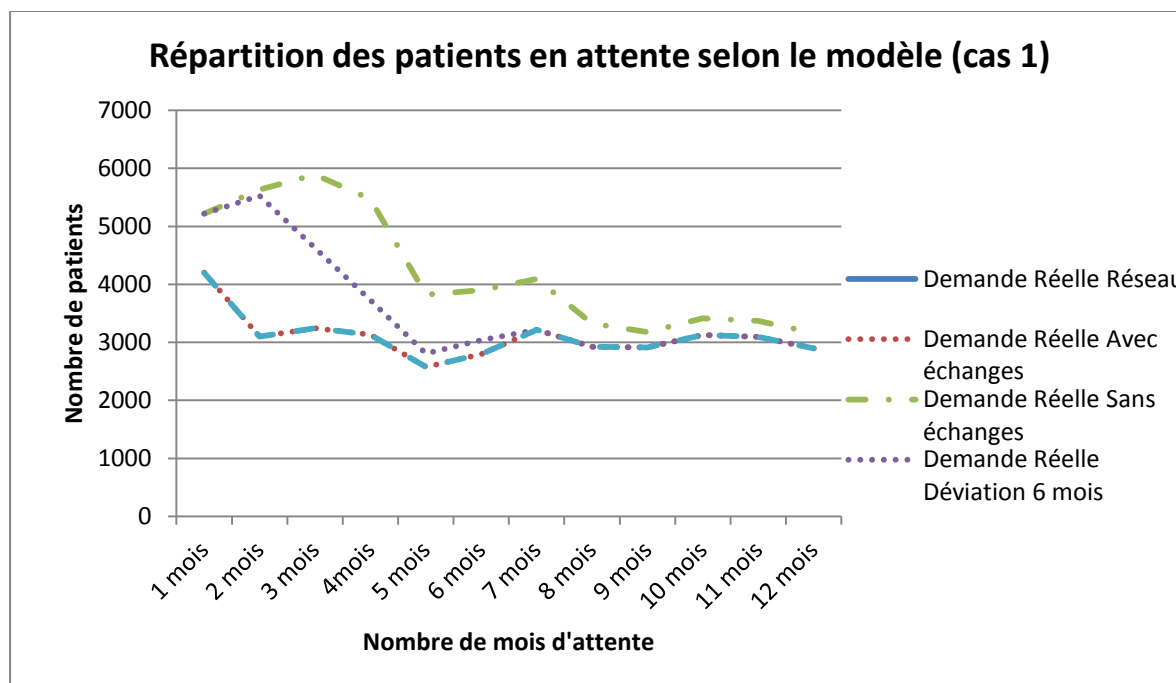


Figure 6-13 Répartition des patients en attente selon le modèle (Cas 1, Scénario E)

Les résultats obtenus confirment les observations faites au scénario D.2 lorsqu'on diminuait la durée de séjour de 5 % (voir tableau 6.19). Cependant, en diminuant d'un demi-écart-type, les résultats apparaissent encore plus clairement, puisque les durées de séjour sont encore plus petites. Le modèle réseau se distingue de façon encore plus marquée des autres modèles, et le

modèle sans échanges ressort comme étant le moins efficace, de façon drastique avec un écart de près de 85 000 patients avec le modèle réseau. Les modèles avec échanges offrent une performance assez semblable entre eux, mais se trouvent à être meilleurs que le modèle sans échanges. Il est à noter que le modèle réseau performe excessivement bien dans ce cas, avec seulement 171 patients qui attendent plus de 6 mois. Le temps d'attente moyen est ici de 4,18 mois, puisque même si le modèle réseau performe très bien, les autres modèles ont une performance beaucoup plus comparable aux scénarios étudiés auparavant.

Tableau 6-26 Détails des indicateurs pour le scénario E.2 et le cas 1 de demande réelle

Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	94 707	-	171	-	153 709	-
Modèle avec échanges	304 937	221,98%	84 749	49460,82%	116 500	-24,21%
Modèle sans échanges	380 747	302,03%	97 730	57052,05%	116 535	-24,18%
Modèle avec déviations après 6 mois	355 795	275,68%	93 506	54581,87%	116 501	-24,21%
Modèle max 20% déviation	304 939	221,98%	84 750	49461,40%	116 502	-24,21%

Cas 2 et cas 3

Les cas 2 et 3 présentent des résultats comparables. On peut voir que l'effet d'une durée de séjour très petite et un taux de rotation élevé met en lumière l'efficacité du modèle réseau. Cependant, cette situation est peu réaliste dans le contexte québécois actuel puisque les durées de séjour sont rarement aussi courtes que prévu dans ce scénario. Selon les résultats obtenus (voir tableaux 6.27 et 6.28), seuls 171 patients attendraient 6 mois ou plus dans le modèle réseau, ce qui suppose que presque tous les patients, y compris ceux en attente à la période t-1, pourraient être vus en moins de 6 mois. Cette situation semble peu propice à se réaliser en réalité. Le modèle avec échange ne

performe pas aussi bien puisque 86 206 patients attendent 6 mois ou plus dans le cas 2 et 93 501 patients dans le cas 3. Le modèle sans échanges voit pour sa part 99 583 patients en attente 6 mois ou plus dans le cas 2 et 109 469 patients dans le cas 3. Le temps d'attente moyen est alors de 4,11 mois pour le cas 2 et de 4,21 mois pour le cas 3. On peut conclure qu'une très courte durée de séjour est très profitable à une organisation du système en réseau avec une liste d'attente commune.

Tableau 6-27 Détails des indicateurs pour le scénario E.2 et le cas 2 de demande aléatoire

Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	100 544	-	171	-	153 709	-
Modèle avec échanges	308 774	207,10%	86 206	50312,87%	116 628	-24,12%
Modèle sans échanges	388 214	286,11%	99 583	58135,67%	116 622	-24,13%
Modèle avec déviation après 6 mois	361 142	259,19%	95 039	55478,36%	116 628	-24,12%
Modèle max 20% déviation	308 781	207,11%	86 206	50312,87%	116 627	-24,12%

Tableau 6-28 Détails des indicateurs pour le scénario E.2 et le cas 3 de demande augmentée

Modèle \ Indicateur	1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau	3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle réseau
Modèle réseau	122 232	-	171	-	165 170	-
Modèle avec échanges	308 774	152,61%	93 501	54578,95%	123 887	-24,99%
Modèle sans échanges	427 359	249,63%	109 469	63916,96%	123 888	-24,99%
Modèle avec déviation après 6 mois	397 390	225,11%	103 534	60446,20%	123 888	-24,99%
Modèle max 20% déviation	337 037	175,74%	93 499	54577,78%	123 888	-24,99%

6.3.6 Conclusions

De façon générale, l'analyse des résultats nous permet de constater que le modèle réseau est effectivement plus performant que les autres modèles. Comme résumé au tableau 6.30 pour le modèle réseau, plus de patients sont vus par année, moins de patients sont en attente au cours de l'année et moins de patients attendent 6 mois ou plus. Nous avons pu remarquer qu'une augmentation de la demande entraînait une augmentation du temps d'attente, étant donné que la capacité ne permet pas d'absorber le surplus de patients.

De plus, nous avons constaté qu'une diminution de la durée de séjour, par exemple lorsque nous utilisons la durée de séjour médiane au lieu de la durée de séjour moyenne, entraînait une augmentation du débit dans le système, ce qui fait que plus de patients pouvaient être vus et que les délais d'attente étaient moins longs. En fait, plus la durée de séjour est courte et plus le temps d'attente est court et la relation inverse est également vérifiée, puisqu'une augmentation de la durée de séjour, par exemple de 5%, entraîne une diminution du débit de patients et une augmentation des délais d'attente.

Finalement, nous avons remarqué qu'une augmentation de l'attente initiale, donc un système plus engorgé dès le départ, entraînait un impact important sur le temps d'attente. En effet, puisque ces patients seront souvent priorisés étant donné qu'ils attendent depuis un certain temps, les nouveaux patients devront attendre avant d'être vus, ce qui fait que les délais d'attente dépassent souvent l'horizon que nous avons défini. Par conséquent, les délais médicalement acceptables sont souvent dépassés, ce qui pourrait être un problème rencontré en réalité étant donné le nombre de patients en attente pour plusieurs spécialités.

Les différents paramètres que nous avons testés influençaient les résultats de tous les modèles de façon semblable, mais à des degrés plus ou moins grands. Le modèle réseau étant celui qui nous intéressait le plus, nous le prenons comme exemple pour résumer les indicateurs de performance observés au tableau 6.29.

Tableau 6-29 Résumé des indicateurs de performance pour le modèle réseau

Modèle réseau				
Indicateur\Demande		Demande réelle	Demande random	Demande +10%
1. Somme totale de patients en attente au cours de l'année	A. DMS	652 008	663 470	727 232
	B. Attente Initiale	886 685	898 143	961 737
	C. Durée médiane	491 773	503 285	566 931
	D.1 Durée+5%	678 886	690 481	754 419
	D.2 Durée-5%	622 174	633 679	697 355
	E.1 Durée+écart-type	935 996	947 516	1 011 283
	E.2 Durée-0,5*écart-type	94 707	100 544	122 232
2. Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	A. DMS	110 185	114 930	137 601
	B. Attente Initiale	312 999	317 740	340 243
	C. Durée médiane	11 021	11 016	12 174
	D.1 Durée+5%	137 063	141 942	164 788
	D.2 Durée-5%	81 074	85 867	108 448
	E.1 Durée+écart-type	394 173	398 977	421 652
	E.2 Durée-0,5*écart-type	171	171	171
3. Somme totale de patients vus au cours de l'année	A. DMS	86 942	86 942	86 944
	B. Attente Initiale	86 927	86 938	86 948
	C. Durée médiane	113 552	113 537	113 551
	D.1 Durée+5%	82 836	82 816	82 797
	D.2 Durée-5%	91 508	91 505	91 503
	E.1 Durée+écart-type	43 471	43 469	43 459
	E.2 Durée-0,5*écart-type	153 709	153 709	165 170

En étudiant les 21 combinaisons de scénarios pour les différents modèles, nous avons également pu remarquer que les indicateurs 1 et 3 présentaient une variation assez faible peu importe le scénario, un résultat prévisible étant donné que la capacité du système est très petite comparativement au nombre total de patients et que le taux d'occupation est de 100 %. Ainsi, peu importe la configuration du système, les établissements sont utilisés à pleine capacité et le nombre de patients ayant attendu et le nombre de patients vus au total variera peu d'un cas à l'autre.

6.4 Comparaison des modèles avec échanges

Au cours de l'analyse, nous avons remarqué que les modèles avec échanges présentent souvent des résultats très semblables. Si on prend pour exemple le cas de demande basée sur les données réelles avec le scénario C, on voit qu'il existe peu de variations que ce soit pour le nombre de patients ayant attendu plus de 6 mois ou pour le nombre total de patients vus au cours de l'année (voir tableau 6.30).

Tableau 6-30 Variations entre les modèles avec échanges

Demande réelle/ Scénario C - Durée médiane				
Modèle \ Indicateur	Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle avec échanges	Somme totale de patients vus au cours de l'année	Variation des modèles par rapport au modèle avec échanges
Modèle avec échanges	96 153	-	113 556	-
Modèle avec déviation après 6 mois	108 818	13,2%	113 567	0,010%
Modèle max 20% déviation	96 154	0,001%	113 577	0,018%

Le nombre total de patients vus au cours de l'année est sensiblement identique pour les trois modèles, tandis que pour la somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année, le modèle où les patients peuvent changer d'établissement seulement après 6 mois voit 13,2 % plus de patients en attente. Pour un même nombre de patients vus au cours de l'année, le modèle avec déviation après 6 mois est donc moins bon que le modèle avec échanges permis en tout temps.

La ressemblance entre les trois modèles avec échanges permis à différents degrés s'explique par deux raisons. Premièrement, surtout en ce qui concerne le modèle avec déviation après 6 mois, les patients vus en priorité sont ceux qui étaient en attente avant même la première période. Étant

donné la manière dont nous avons défini les coûts, les flux de patients en attente depuis plus longtemps sont priorisés, ce qui favorise le passage des patients en attente à la période $t - 1$. Il n'y a donc pas lieu de procéder à des échanges dès le départ puisque la majorité des flux de nouveaux patients sont placés en attente et ne sont pas immédiatement placés dans un établissement. En fait, on remarque que les patients attendent en moyenne 4,62 périodes, ce qui fait que les échanges commencent en majorité à partir de la cinquième période. La contrainte de non-déviations avant 6 mois n'est pas assez éloignée pour donner un impact significatif. Il serait intéressant de refaire le test avec une interdiction de déviation avant une période plus prolongée afin de voir si l'impact serait plus marqué.

Ceci nous amène à notre deuxième point, qui touche cette fois le modèle avec un pourcentage de déviation maximal. Pour les besoins de la modélisation, nous avons fixé le pourcentage maximal de déviation à 20 %. Or, le système est assez flexible pour réallouer les établissements de manière à perdre seulement un minimum d'efficacité. Il serait intéressant de voir l'effet d'un pourcentage plus élevé qui restreindrait plus sévèrement le nombre de patients pouvant changer d'établissement. On peut conclure que les trois modèles se ressemblent étant donné la structure du modèle, particulièrement la structure de coûts ainsi que les données utilisées pour mesurer la capacité des établissements.

CHAPITRE 7 EXTENSION DES RÉSULTATS

Les méthodes étudiées jusqu'à présent utilisaient des données fixes pour les paramètres de demande mensuelle, ainsi que de durée de séjour et de taux de rotation qui étaient déterministes et simplement majorés à l'aide du paramètre φ selon la distribution choisie, dans notre cas selon la distribution de Weibull. En effet, le taux de rotation dépendant directement de la durée de séjour, il était calculé avant d'être introduit dans le modèle. Or, il est difficile de prévoir avec exactitude ces paramètres, créant une incertitude par rapport aux données utilisées. Étant donné le biais introduit par l'incertitude des données, la qualité des résultats obtenus peut être plus ou moins bonne. Afin d'essayer de remédier à cette incertitude, nous allons tester le modèle à l'aide d'une méthode stochastique basée sur la méthode de Monte Carlo, qui introduit des données aléatoires afin d'éviter d'avoir à définir précisément tous les paramètres.

7.1 Méthode utilisée

La méthode utilisée est divisée en plusieurs étapes:

1. Définir l'intervalle de variation des données pour chaque paramètre
2. Générer des données aléatoires
3. Produire un échantillon de résultats et les agréger

Premièrement, nous allons définir le domaine de variation des données. Pour la durée de séjour, nous utilisons jusqu'à présent des données déterministes, par exemple la durée moyenne de séjour ou la durée médiane de séjour. Par conséquent, nous connaissons l'écart-type (σ) et la moyenne (μ) pour les durées de séjour et nous ferons varier les données dans l'intervalle $\mu \pm \sigma$. Les bornes du domaine pour le paramètre DMS seront donc $[\mu - \sigma; \mu + \sigma]$. Nous allons également procéder au calcul pour le paramètre R_s pour la demande. Cependant, puisque nous ne possédons pas de distribution pour estimer la moyenne et l'écart-type du paramètre, nous devons utiliser une estimation pour définir un intervalle raisonnable dans lequel faire varier la demande. Étant donné que le nombre de requêtes peut varier considérablement chaque année (152 382 requêtes

en 2001 et 114 613 en 2009, une différence de 33 %), nous utiliserons un écart de $\pm 30\%$ et les bornes du domaine seront définies comme étant $[0.70 * R_s; 1.30 * R_s]$.

Deuxièmement, nous allons générer un grand nombre de données de façon aléatoire selon une fonction de densité $f(x)$ pour chaque paramètre. Afin de faciliter les calculs, nous supposons que la fonction est de forme uniforme discrète centrée sur l'espérance de chaque paramètre et suit la distribution $f(x) = \frac{1}{(\mu+\sigma)-(\mu-\sigma)}$ pour la *DMS* et la distribution : $f(x) = \frac{1}{(0.7R_s)-(1.3R_s)}$ pour la *demande*.

Troisièmement, nous produirons un échantillon de résultats à partir de ces données et finalement nous agrègerons ces données de façon à obtenir une estimation de la distribution moyenne (Lefebvre, 2013; Vidal, 2012). Afin d'obtenir un échantillon représentatif, nous avons généré 30 combinaisons aléatoires de données. En effet, avec un intervalle de confiance de 95 % et une marge d'erreur de 5 %, un échantillon de taille $n = 30$ est considéré comme un échantillon de grande taille. On suppose que la probabilité que chaque réalisation se produise est équivalente; on utilisera donc un poids $\omega = 1/30$ pour chaque cas afin de calculer l'espérance mathématique.

7.2 Résultats obtenus

Nous avons appliqué cette méthode de calcul pour le scénario A, le cas où les données sont basées sur les données réelles, au modèle réseau et au modèle sans échanges, les deux modèles les plus différents. La comparaison des résultats obtenus avec les données déterministes et les résultats obtenus à l'aide de la méthode probabiliste pour le modèle réseau est illustrée aux figures 7.1 et 7.2.

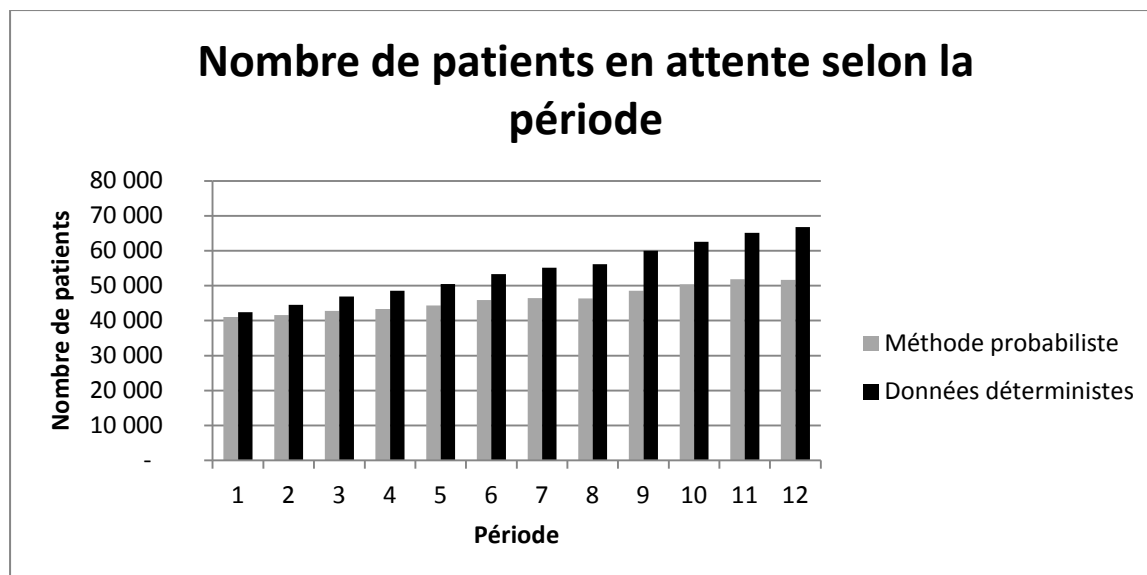


Figure 7-1 Comparaison du nombre de patients en attente selon la période pour le modèle réseau

On voit à la figure 7.1 que le nombre de patients en attente pour chaque mois est plus petit avec la résolution par méthode probabiliste. De plus, le nombre de patients est réparti plus également sur toutes les périodes que dans le cas avec données déterministes. En effet, le nombre de patients en attente augmente en moyenne de 4 % par période dans le cas des données déterministes, tandis que ce nombre augmente de seulement 2 % dans le cas de la méthode probabiliste.

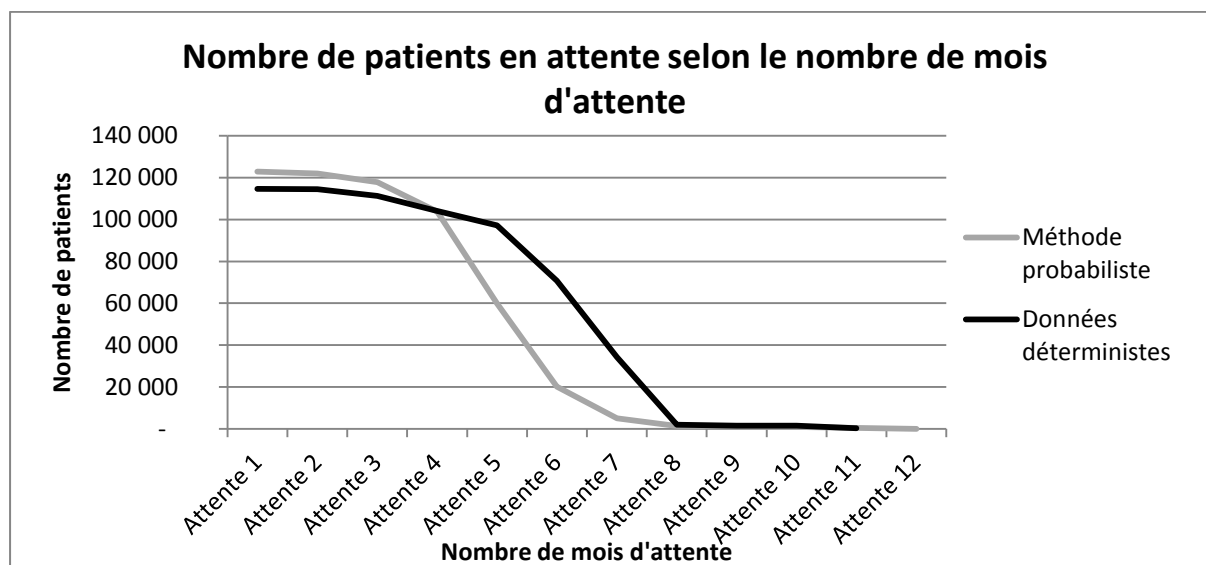


Figure 7-2 Comparaison du nombre de patients en attente selon le nombre de mois d'attente pour le modèle réseau

La figure 7.2 illustre le nombre de patients en attente en fonction du nombre de mois d'attente. On voit que la modélisation avec méthode probabiliste fait en sorte que les patients attendent moins longtemps puisqu'il y a une grande différence pour le nombre de patients en attente pour 5 mois et plus. On peut conclure que puisque le nombre total de patients en attente et le nombre de patients en attente pour une durée de 6 mois ou plus est plus petit comparativement à la méthode déterministe, l'utilisation d'une méthode probabiliste nous conduit à une meilleure situation en terme d'attente que lorsqu'on utilise une méthode déterministe pour calculer les paramètres.

Pour le modèle sans échanges, les résultats obtenus grâce à la méthode probabiliste et à la méthode déterministe sont présentés aux figures 7.3 et 7.4.

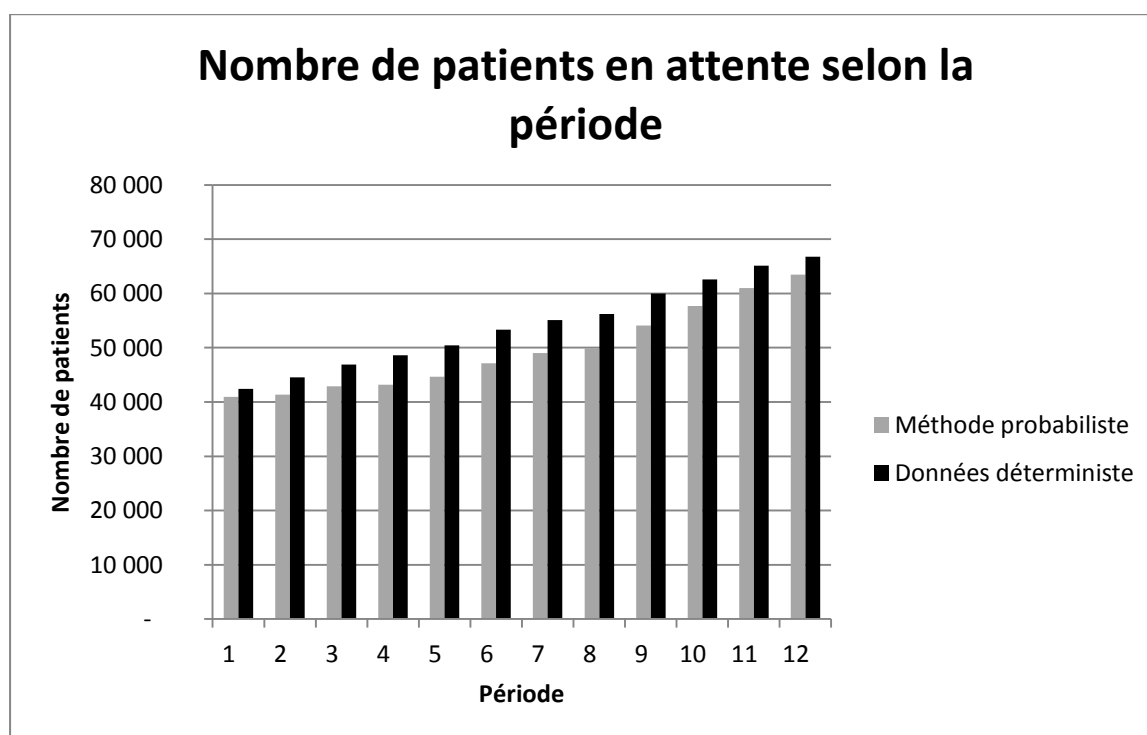


Figure 7-3 Nombre de patients en attente selon la période pour le modèle sans échanges

On voit à la figure 7.3 que le nombre de patients en attente pour chaque mois est généralement plus petit avec la résolution par méthode probabiliste. Cependant, la distinction est moins claire

que pour le même test avec le modèle réseau. On peut tout de même conclure que le nombre total de patients en attente est moindre lorsque calculé avec la méthode probabiliste.

La figure 7.4 illustre le nombre de patients en attente en fonction du nombre de mois d'attente pour le modèle sans échanges. Comme pour le modèle réseau, on voit que la modélisation avec méthode probabiliste présente une meilleure situation en terme de nombre de mois d'attente des patients. Cette différence est moins marquée que pour le modèle réseau, particulièrement en ce qui a trait aux patients en attente pour 5 mois ou plus, mais on observe qu'il y a une différence favorable à la méthode probabiliste. On peut conclure qu'en utilisant une méthode probabiliste, la situation en terme d'attente, que ce soit le nombre total de patients en attente et le nombre de patients en attente pour une durée de 6 mois, devrait être meilleure que lorsqu'elle est calculée à l'aide de la méthode déterministe.

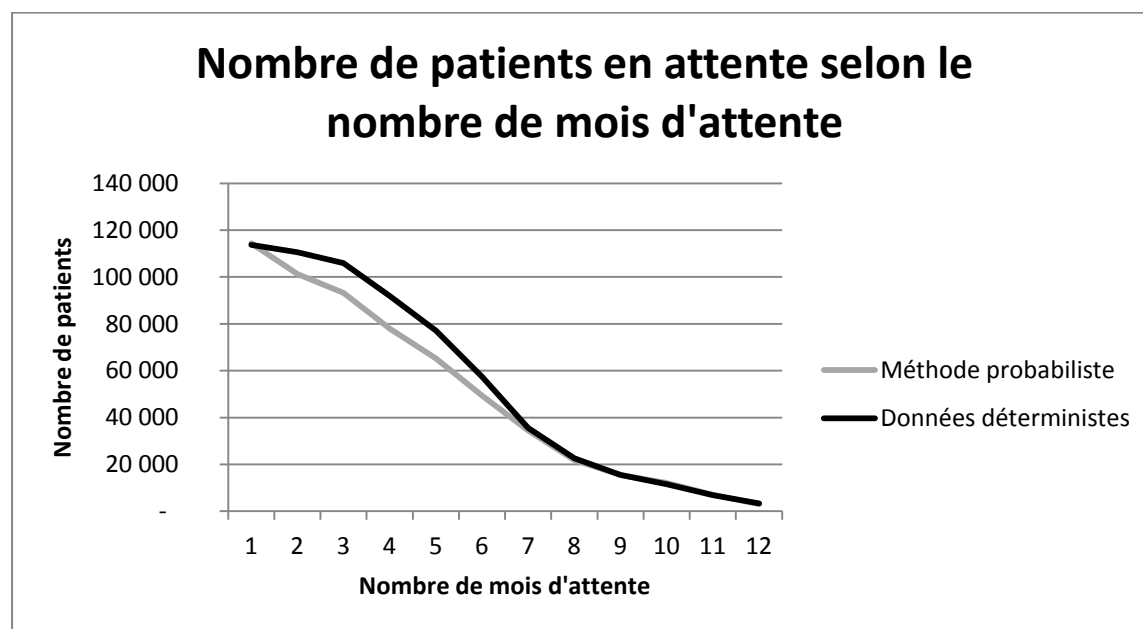


Figure 7-4 Nombre de patients en attente selon le nombre de mois d'attente pour le modèle sans échanges

À partir des figures 7.1 et 7.3, on remarque que le nombre de patients en attente a tendance à augmenter avec le temps, et ce peu importe la méthode de résolution utilisée. Cependant, grâce aux figures 7.2 et 7.4, on voit que la majorité des patients attendent 6 mois ou moins. On peut

conclure qu'il y a un roulement des patients en attente, et que pour l'horizon de 12 mois tous les patients attendent environ le même nombre de mois. Cependant, étant donné la tendance à l'accumulation du nombre de patients en attente à mesure que le temps avance, il serait intéressant de pousser l'analyse plus loin sur un horizon plus étendu afin de savoir si le nombre de patients en attente exploserait et après combien de temps il serait impossible d'absorber toute la demande.

Pour conclure, l'emploi d'une méthode d'optimisation probabiliste permet de faciliter la résolution du modèle réseau qui est un problème complexe, sans avoir à passer par l'utilisation de méthodes déterministes qui entraînent un plus grand nombre de calculs pour chaque paramètre. De plus, les résultats obtenus montrent que l'utilisation d'une méthode probabiliste nous conduit à une meilleure situation en termes d'attente que lorsqu'on utilise une méthode déterministe pour calculer les paramètres.

CHAPITRE 8 CONCLUSION

Au cours de ce mémoire, nous avons présenté un modèle permettant d'étudier les flux de patients en attente entre les établissements de santé montréalais pour le service d'orthopédie, ainsi que plusieurs scénarios permettant d'observer l'impact de différents paramètres sur les temps d'attente. À l'aide du logiciel AIMMS, un modèle linéaire de base a été implanté et résolu pour les différents modèles développés afin de déterminer si l'implantation d'un guichet d'accès unique pour le service d'orthopédie améliorerait les performances du système.

L'objectif de ce projet était d'analyser différents scénarios pour mieux acheminer les patients montréalais en attente de service orthopédique afin d'améliorer les délais dans les établissements montréalais. En améliorant l'adéquation entre la demande et la capacité en soins et services de santé et en modifiant la gestion des listes d'attente, nous avons déterminé qu'il serait possible d'optimiser les flux de patients en attente de service orthopédique grâce à une organisation en réseau et, ce faisant, d'améliorer la satisfaction de la clientèle et de réduire les temps d'attente.

Afin d'atteindre cet objectif, nous avons revu les méthodes utilisées dans la littérature avant de créer cinq modèles que nous avons présentés dans ce mémoire avant de procéder à leur comparaison. Nous avons évalué les performances d'un modèle réseau avec liste d'attente unique, d'un modèle sans échanges avec liste d'attente individuelle pour chaque établissement et trois variations d'un modèle avec échanges avec liste d'attente individuelle pour chaque établissement: le premier avec tous échanges permis, le deuxième avec un pourcentage maximal d'échanges permis et le troisième avec échanges permis après 6 mois d'attente. En analysant les résultats, nous avons conclu que le modèle réseau était le plus performant et le modèle sans échanges était le moins performant grâce aux indicateurs de performance que nous avons établis. Cette conclusion vient valider l'hypothèse selon laquelle l'implantation d'un guichet d'accès unique permettrait de mieux gérer les flux de patients en attente. De plus, cette étude a permis de déterminer l'importance relative des paramètres qui entrent en ligne de compte afin de déterminer le temps d'attente.

Il reste à noter que certaines limitations s'appliquent aux résultats obtenus. Premièrement, la base de données utilisée présentait quelques failles quant à la fiabilité et à la disponibilité des données. Par conséquent, il est difficile de faire le suivi des flux pour chaque année et d'obtenir des valeurs réelles pour tous les paramètres utilisés lors de la modélisation. Ensuite, nous avons utilisé des hypothèses qui ne représentent pas parfaitement la réalité du système de santé, ce qui pourrait avoir un impact sur les résultats. En raffinant les hypothèses, il serait possible de créer un modèle plus représentatif et donc un modèle qu'il serait plus facile d'implanter et d'appliquer. Il pourrait alors servir d'outil concret à la prévision des flux de patients. Par exemple, faire une distinction entre les patients provenant de l'urgence et ceux provenant de leur domicile permettrait de mieux prévoir la disponibilité réelle de chaque département.

Ce mémoire sert de base de réflexion à une éventuelle implantation d'outils de prévision et de gestion de la demande en santé à Montréal. Il serait intéressant de pousser la recherche en employant des méthodes d'optimisation autres que la modélisation en nombres entiers. Comme pour plusieurs études mentionnées dans la revue de littérature, la modélisation par simulation pourrait être une voie pertinente à explorer, tout comme la modélisation stochastique, qui permettrait de mieux tenir compte de l'évolution temporelle des flux de patients. Puisque la réduction du temps d'attente est le nœud du problème, une modélisation plus représentative des temps d'attente et de leur évolution permettrait de mieux saisir les répercussions réelles du modèle. Également, l'utilisation de l'inférence bayésienne pour mieux prédire les durées de séjour pourrait être une avenue intéressante à étudier puisque la durée de séjour moyenne a une grande influence sur les temps d'attente. En employant une autre méthode de modélisation, il serait possible par la même occasion d'explorer d'autres outils que le logiciel AIMMS, par exemple le logiciel Arena pour la simulation à événements discrets, ce qui pourrait faciliter l'application de l'outil obtenu dans un contexte réel selon l'expertise de l'utilisateur.

BIBLIOGRAPHIE

- Acker, D., Bensadon, A.-C., Legrand, P., & Mounier, C. (2012). *Management et efficience hospitalière : une évaluation des déterminants*. France: Inspection générale des affaires sociales. Tiré de http://www.robertholcman.net/public/documents_institutionnels/Rapports_IGAS/rapport_igas_management_efficience_hopital_determinants_2012.pdf
- Agence de la santé publique du Canada. (2007, 2011-10-21). Qu'est-ce qui détermine la santé? *Santé de la population*. Tiré de <http://www.phac-aspc.gc.ca/ph-sp/determinants/index-fra.php>
- AHA. (2007, 2 Janvier 2014). Fast Facts on US Hospitals. Tiré de <http://www.aha.org/research/rc/stat-studies/fast-facts.shtml>
- AQESSS, & Montréal, I. d. r. e. s. p. d. l. U. d. (2011). *Rapport technique Évaluation de la performance des CSSS*. Montréal: Association québécoise d'établissements de santé et de services sociaux. Tiré de http://www.aqesss.qc.ca/docs/public_html/document/Documents_deposes/AQESSS_Rapport_technique_Performance_2011.pdf
- Association des infirmières et infirmiers du Canada, A. (2009). LES PROTOCOLES RELATIFS À LA SURCAPACITÉ ET LA CAPACITÉ DANS LE SYSTÈME DE SANTÉ DU CANADA. Ottawa.
- Biacabe. (2013). *Introduction à l'économie. Nouv. ed. Livre + version numérique enrichie*. Paris: Pearson Education France.
- Buske, L. (2009). Family Physician Shortage Estimates. Dans C. C. C. f. P. Resources (Édit.).
- Cameron, D. (2013). Urgences: Réjean Hébert change la stratégie. *La Presse*. Tiré de <http://www.lapresse.ca/actualites/sante/201305/07/01-4648589-urgences-rejean-hebert-change-la-strategie.php>
- Cap Concours. (2006-2013). Évolution et financement des dépenses de santé. *L'économie de la santé*. Tiré de http://www.cap-concours.fr/sanitaire-et-social/concours-paramedicaux/visiter/l-economie-de-la-sante-cc_san_07

- Carrier, S. (2013). Les pratiques de coordination en gestion de cas dans le secteur du soutien à domicile pour les personnes en perte d'autonomie liée au vieillissement, une analyse conventionnaliste. *Canadian Journal on Aging/La Revue canadienne du vieillissement*, 32(03), 260-269.
- Cauterman, M., & Engel, F. (2006). La gestion des lits dans les hopitaux et cliniques: Rapport de la mission nationale Francaise d' expertise et d' audits hospitaliers, Rapport MeaH. Paris, France.
- Chawla, M., & Govindaraj, R. (1996). L'Autonomie Hospitalière: Guide Méthodologique *Le Project de Données pour la Prise de Décisions*.
- Cœur-de-l'Île, C. d. s. e. d. s. s. d. (2013). *Présents dès les premiers moments*. Montréal: Centre de santé et de services sociaux du Cœur-de-l'Île. Tiré de http://www.cssscoeurdile.ca/fileadmin/csss_cdi/Publications/pdf/2012-2013_rapport-gestion_web.pdf
- Contandriopoulos, A.-P., Denis, J.-L., Touati, N., & Rodriguez, R. (2001). Intégration des soins: dimensions et mise en œuvre. *Ruptures*, 8(2), 38-52.
- Contandriopoulos, A. P., Dionne, G., & Tessier, G. (1983). La mobilité des patients et les modèles de création de demande : le cas du Québec. *L'Actualité économique*, 59(4), 729. doi: 10.7202/601075ar
- Cross, M. (2000). Europe's wrestling with electronic patient record. *Document world*, 5(1), 30-33. Tiré de <http://www.refdoc.fr/Detailnotice?idarticle=10765101>
- Del Bianco, M. (2012). *Développement et mise en place d'un projet de flux des patients*. Communication présentée à Conférence Francophone Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, Québec.
- Delhumeau, C. (2002). *CONTRIBUTION A LA MODELISATION DES DUREES DE SEJOUR DU CHU DE GRENOBLE*. (Université Joseph Fourier, Grenoble). Tiré de <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/04/60/30/PDF/tel-00004392.pdf>
- Delorme, A., Breton, M., Desjardins, P., Fortin, D., Fournier, L., Gervais, M., . . . Laliberté, C. (2008). *Guichet d'accès en santé mentale pour la clientèle adulte des CSSS* (Publication n° 08-914-08F). Québec: Gouvernement du Québec

- Dendien, J. (Édit.). (2004). *Le trésor de la langue française informatisé*. France.
- Dijoux, C. (2011). De l'entreprise en silos à l'entreprise en réseaux [This bilingual blog is about management cultures in an interconnected world.]. Tiré de <http://thehypertextual.com/2011/01/18/de-lentreprise-en-silos-a-lentreprise-en-reseaux/>
- Direction générale de la planification stratégique, é. e. g. d. l. i. (2004). *Le projet organisationnel et clinique et les balises associées à la mise en œuvre des réseaux locaux de services de santé et de services sociaux*. La Direction des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux. Tiré de <http://publications.msss.gouv.qc.ca/acrobat/f/documentation/2004/04-009-08.pdf>
- Dorval, V., Ruiz, A., & Soriano, P. (2012). *Prédiction de la durée de séjour post-opératoire à l'aide de la distribution phase-type*. Communication présentée à Conférence Francophone Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, Québec.
- El Oualidi, M. A., & Saadi, J. (2013). Améliorer la prise en charge des urgences : apport de la modélisation et de la simulation de flux. *Santé Publique*, 25 433-439. Tiré de www.cairn.info/revue-sante-publique-2013-4-page-433.htm
- Environnement pour la Promotion de la Santé et du Bien-Être, E. (2013). À propos. Tiré de http://www.epsebe.ca/diff/epsebe/web/faces/pages/donnees_administratives_sante.jsp
- Fleuret, S., & Apparicio, P. (2011). Essai de typologie des centres de santé et de services sociaux au Québec. *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien*, 55(2), 143-157.
- Fontannaz, D., & Del Bianco, M. (2012). *Flux du patient : Impact du projet Gestion des Flux sur les logiciels informatiques – interaction entre les logiciels*. Communication présentée à Conférence Francophone Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, Québec.
- Hazewinkel, M. (2001). Weibull Distribution. Dans Springer (Édit.), *Encyclopedia of Mathematics*. Tiré de http://www.encyclopediaofmath.org/index.php/Weibull_distribution
- Healthcare Networks of America, H. (2014). Healthcare Networks of America. Tiré de <https://www.hna-net.com/General/about-hna.html>

- Heymans, I. (2005). *Argumentaire pour un système de santé fondé sur des soins de santé primaires et pour le soutien au développement de centres de santé intégrés*. Belgique: Tiré de <http://www.maisonmedicale.org/Pourquoi-des-soins-de-sante.html>
- Institut canadien d'information sur la santé, I. (2012). *Tendances des dépenses nationales de santé, 1975 à 2012* (Rapport n° ISBN 978-1-77109-107-7). Ottawa (Ontario): Institut canadien d'information sur la santé (ICIS). Tiré de https://secure.cihi.ca/free_products/NHEXTrendsReport2012FR.pdf
- Institut canadien d'information sur la santé, I. (Réalisateur). (2013). Le saviez-vous les hôpitaux constituent encore la plus grande partie des dépenses de santé du Canada? *Dépenses et main-d'oeuvre de la santé*. Tiré de http://www.cihi.ca/CIHI-ext-portal/internet/fr/Document/spending+and+health+workforce/spending/FAQ_SP_HOSPITALSANDSPENDING
- Institut de la statistique du Québec. (2013). Emploi par industrie, selon les secteurs du SCIAN1, par région administrative et ensemble du Québec, 2008-2012: Institut de la statistique du Québec.
- La pénurie de lits dure. (2010). Tiré de <http://www.radio-canada.ca/regions/Montreal/2010/03/17/001-lits-hopitaux-mtl.shtml>
- Le Québec économique, C. (2013). Dépenses de santé et financement. *Le portail d'information sur l'économie du Québec d'aujourd'hui*. Tiré de http://qe.cirano.qc.ca/theme/indicateurs_sociaux/depenses_de_sante_et_financement
- Le système de santé et de services sociaux du Québec*. (2008). La Direction des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec. Tiré de <http://publications.msss.gouv.qc.ca/acrobat/f/documentation/2007/07-731-01F.pdf>
- Lefebvre, D. (2013, mars 2013). Intégration par la méthode de Monte Carlo. Tiré de <http://www.tangentex.com/MonteCarlo.htm>

Lepage, H. (2014). Nombre, coût et coût moyen des services médicaux couverts par l'assurance maladie du Québec^{1,2,3}, ensemble des modes de rémunération, et participation aux services rémunérés à l'acte en médecine et chirurgie, Québec, de 1990 à 2012. Dans RAMQ_Stat_SericesMEDicaux_1990_2012_v05-2014.xls (Édit.), *Excel*. Québec: Gouvernement du Québec.

Les Indicateurs de suivi et d'évaluation de la politique de population au Maroc. (2009). Royaume du Maroc: Publications du Haut Commissariat au Plan. Tiré de http://www.hcp.ma/downloads/Demographie-Les-indicateurs-de-suivi-et-d-evaluation-de-la-politique-de-population-au-Maroc_t13081.html

Lewis, S., Barer, M. L., Sanmartin, C., Sheps, S., Shortt, S. E. D., & McDonald, P. W. (2000). Ending waiting-list mismanagement: principles and practice. *Canadian Medical Association Journal*, 162(9), 1297-1300. Tiré de <Go to ISI>://WOS:000086802900014

Marazzi, A., Paccaud, F., Ruffieux, C., & Beguin, C. (1998). Fitting the distributions of length of stay by parametric models. *Medical Care*, 36(6), 915-927. doi: 10.1097/00005650-199806000-00014

McDonald, J., Hibbs, J., Reddy, M., Stuckless, S., O'Reilly, D., Barrett, B. J., & Parfrey, P. S. (2005). Soins de longue durée dans la région de St. John's: incidence du point d'admission unique et prévision du besoin de lits. *Healthcare Management Forum*, 18(3), 50-57. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0840-4704\(10\)60370-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0840-4704(10)60370-5)

Milan, A. (2011). *Structure par âge et sexe : Canada, provinces et territoires* (Publication n° 91-209-X). Ottawa. Tiré de <http://www.statcan.gc.ca/pub/91-209-x/2011001/article/11511-fra.pdf>

Mission. (2014). Québec: Gouvernement du Québec. Tiré de <http://www.sogique.qc.ca/en-bref/mission.aspx>

Paquet, M.-N. (2006). ÉTABLISSEMENTS SOCIO-SANITAIRES ET TRANSFERT DES USAGERS : QUELLES SONT LES BALISES? Dans É. Y. Blais (Édit.), *Dépendances et protection 2006* (vol. 238, p. 144).

Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (2009). *Microéconomie* (8^e éd.).

- pontransat.com. (2013). La pénurie de médecins de famille. Tiré de <http://pontransat.com/1123/les-paradoxes-du-systeme-de-sante-canadien/>
- Richard, M. (2013). Opérations chirurgicales : les listes d'attente publiées chaque mois. *Politique*. Tiré de <http://www.radio-canada.ca/nouvelles/Politique/2013/02/12/008-sante-liste-operations.shtml>
- Rodier, S. (2010). *An attempt to unify and solve the questions of modeling and optimization within the hospital systems. Application to the New Estaing Hospital*. (Informatique, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, France). (D.U. 2049). Tiré de <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00719096/document>
- Rohleder, T. R., Bischak, D. P., & Baskin, L. B. (2006). Modeling patient service centers with simulation and system dynamics. *Springer Science + Business Media*. Tiré de http://download.springer.com/static/pdf/333/art%253A10.1007%252Fs10729-006-9001-8.pdf?auth66=1380828607_0c130af0b44f5f5ad9b7e56148f2900a&ext=.pdf
- Romanow, R. (2002). *L'accès aux soins de santé au Canada*. Ottawa. Tiré de http://www.fcass-cfhi.ca/Libraries/Romonow_Commission_FRENCH/L_acc%C3%A8s_aux_soins_de_sant%C3%A9_au_Canada.sflb.ashx
- Santé et Services sociaux, Q. (2004). Tableau comparatif des balises et des cibles d'accès. Québec: Gouvernement du Québec.
- Santé et Services sociaux, Q. (2005). Accès aux services médicaux spécialisés Tiré de <http://wpp01.msss.gouv.qc.ca/appl/g74web/Commun/ListeAttenteMedecin.aspx>. Accessible par Accès par spécialité. Consulté le 22 avril 2014, tiré de <http://wpp01.msss.gouv.qc.ca/appl/g74web/Commun/ListeAttenteMedecin.aspx>
- Santos, A., Gurling, J., Dvorak, M. F., Noonan, V. K., Fehlings, M. G., Burns, A. S., . . . Atkins, D. (2013). Modeling the Patient Journey from Injury to Community Reintegration for Persons with Acute Traumatic Spinal Cord Injury in a Canadian Centre. *PLOS ONE*. doi: 10.1371/journal.pone.0072552

- Savard, G., Tremblay, C., Bédard, D., Lavoie, É., Charest, J., Bellehumeur, M., . . . Brochier, S. (2013). Des établissements constitués en réseaux. *Le système de santé et de services sociaux au Québec*. Tiré de http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/organisation/ssss_enbref/index.php?reseau
- Stampa, M. d., Vedel, I., Montgolfier, S. d., Buyck, J.-F., Thorez, D., Gazou, F., . . . Ankri, J. (2013). Un guichet unique dans un réseau gérontologique pour l'orientation des personnes âgées. [Single entry point in a gerontological network for addressing the needs of older people]. *Santé Publique*, 25, 128. Tiré de http://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=SPUB_131_0007
- Standfield, L., Comans, T., & Scuffham, P. (2014). MARKOV MODELING AND DISCRETE EVENT SIMULATION IN HEALTH CARE: A SYSTEMATIC COMPARISON. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 30(02), 165-172. doi: doi:10.1017/S0266462314000117
- Syndicat canadien de la fonction publique. (2004). *Plan décennal pour consolider les soins de santé*. Ottawa:
- Vidal, S. (2012, 8 avril 2012). Monte Carlo Integration. *Café Math*. Tiré de <http://www.cafemath.fr/mathblog/article.php?page=MonteCarlo.php>
- Wan, T. H., & Wang, B. L. (2003). Integrated Healthcare Networks' Performance: A Growth Curve Modeling Approach. *Health Care Management Science*, 6(2), 117-124. doi: 10.1023/A:1023337203584
- Wejr, P. (2009). Surcapacité et productivité Tiré de http://www.pensonssoinsinfirmiers.ca/sites/thinknursing.ca/files/FR-Overcapacity_and_Productivity.pdf. Consulté le 29 septembre 2013, tiré de http://www.pensonssoinsinfirmiers.ca/sites/thinknursing.ca/files/FR-Overcapacity_and_Productivity.pdf

ANNEXE A - RÉPARTITION DES ADMISSIONS PAR RÉGION DU QUÉBEC

CSSS destination	Nombre de patients	Pourcentage
01 - Bas-Saint-Laurent	77	0,0349%
02 - Saguenay Lac-Saint-Jean	59	0,0267%
03 - Capitale-Nationale	409	0,1854%
04 - Mauricie-et-Centre-du-Québec	230	0,1043%
05 - Estrie	308	0,1396%
06 - Montréal	209 862	95,13%
07 - Outaouais	85	0,0385%
08 - Abitibi-Témiscamingue	52	0,0236%
09 - Côte-Nord	25	0,0113%
10 - Nord-du-Québec	4	0,0018%
11 - Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	72	0,0326%
12 - Chaudière-Appalaches	115	0,0521%
13 - Laval	2 459	1,1146%
14 - Lanaudière	2 688	1,2184%
15 - Laurentides	801	0,3631%
16 - Montérégie	3 371	1,5280%
17 - Nunavik	-	-
18 - Terres-Cries-de-la-Baie-James	-	-
Total	220617	100,0%

ANNEXE B - NOMBRE DE PATIENTS EN ATTENTE PAR ÉTABLISSEMENT

	Nombre de patients disponibles en attente selon le délai									
	Total patients en attente disponibles	0-30 jour s	31- 60 jour s	61- 90 jour s	3 à 6 mois	6 à 9 mois	9 à 12 mois	1 à 2 ans	2 à 3 ans	3 ans et +
CENTRE HOSPITALIER DE ST. MARY	536	155	100	58	173	38	10	<5	0	0
CHU SAINTE-JUSTINE	365	45	19	27	87	63	37	85	<5	<5
HOPITAL DE LACHINE	10	<5	<5	<5	<5	0	0	0	0	0
HOPITAL DE LASALLE	49	48	<5	0	0	0	0	0	0	0
HOPITAL DE VERDUN	403	114	84	46	132	20	7	0	0	0
HOPITAL DU SACRE-COEUR DE MONTREAL	678	181	112	27	90	110	65	91	<5	0
HOPITAL FLEURY	241	80	82	17	58	<5	<5	0	0	0
HOPITAL GENERAL DE MONTREAL	800	171	133	29	175	108	74	106	<5	0
HOPITAL GENERAL DU LAKESHORE	298	76	112	31	77	<5	<5	0	0	0
HOPITAL GENERAL JUIF	305	100	54	92	56	<5	<5	0	0	0
HOPITAL JEAN-TALON	726	119	99	43	153	102	81	126	<5	0
HOPITAL NOTRE-DAME DU CHUM	808	100	139	79	266	104	81	37	<5	<5
HOPITAL SANTA CABRINI	468	98	85	30	112	34	54	54	<5	0
HOPITAL SHRINERS POUR ENFANTS (QUEBEC)	167	39	37	45	26	15	<5	<5	0	0
HOTEL-DIEU DU CHUM	51	11	<5	<5	18	9	<5	<5	<5	0
L'HOPITAL DE MONTREAL POUR ENFANTS	10	5	<5	<5	<5	0	0	0	0	0
PAV. MAISONNEUVE/PAV. MARCEL-LAMOUREUX	661	87	93	25	170	88	90	100	7	<5

Lorsque le nombre de cas est inférieur à 5 (<5), cette information constitue un renseignement qui pourrait permettre d'identifier un usager. Elle n'est donc pas publique.

ANNEXE C - NOMBRE DE PATIENTS EN ATTENTE AU COURS DE L'ANNÉE

Somme totale de patients en attente au cours de l'année				
Modèle\ Demande		Demande réelle	Demande aléatoire	Demande +10 %
Modèle réseau	Attente Initiale	886 685	898 143	961 737
	DMS	652 008	663 470	727 232
	Durée médiane	491 773	503 285	566 931
	Durée+5	678 886	690 481	754 419
	Durée-5	622 174	633 679	697 355
	Durée+écart-type	935 996	947 516	1 011 283
	Durée-0,5*écart-type	94 707	100 544	122 232
Modèle avec échanges	Attente Initiale	886 717	898 022	961 927
	DMS	652 075	663 441	727 297
	Durée médiane	491 834	503 306	567 036
	Durée+5	679 157	690 561	754 450
	Durée-5	622 252	633 614	697 548
	Durée+écart-type	936 179	947 575	947 575
	Durée-0,5*écart-type	304 937	308 774	308 774
Modèle sans échanges	Attente Initiale	886 750	898 147	962 013
	DMS	652 141	672 905	727 177
	Durée médiane	506 272	517 164	571 700
	Durée+5	679 277	690 485	754 450
	Durée-5	622 252	633 627	697 409
	Durée+écart-type	936 413	949 575	1 011 612
	Durée-0,5*écart-type	380 747	388 214	427 359
Modèle avec déviation après 6 mois	Attente Initiale	886 690	898 098	962 035
	DMS	652 211	663 503	727 311
	Durée médiane	493 053	504 330	567 036
	Durée+5	679 138	690 647	754 484
	Durée-5	622 252	633 663	697 287
	Durée+écart-type	936 174	947 557	1 011 373
	Durée-0,5*écart-type	355 795	361 142	397 390
Modèle max 20 % déviation	Attente Initiale	886 717	898 157	962 106
	DMS	652 141	663 464	727 382
	Durée médiane	491 700	503 327	567 081
	Durée+5	679 280	690 515	754 431
	Durée-5	622 223	633 663	697 400
	Durée+écart-type	936 102	947 401	1 011 387
	Durée-0,5*écart-type	304 939	308 781	337 037

ANNEXE D - NOMBRE DE PATIENTS AYANT ATTENDU PLUS DE 6 MOIS AU COURS DE L'ANNÉE

Somme totale de patients ayant attendu plus de 6 mois au cours de l'année				
Modèle\ Demande		Demande réelle	Demande aléatoire	Demande +10 %
Modèle réseau	Attente Initiale	312 999	317 740	340 243
	DMS	110 185	114 930	137 601
	Durée médiane	11 021	11 016	12 174
	Durée+5	137 063	141 942	164 788
	Durée-5	81 074	85 867	108 448
	Durée+écart-type	394 173	398 977	421 652
	Durée-0,5*écart-type	171	171	171
Modèle avec échanges	Attente Initiale	320 538	325 352	348 673
	DMS	119 567	126 752	147 499
	Durée médiane	96 153	97 613	104 758
	Durée+5	146 226	150 968	173 857
	Durée-5	105 950	108 126	120 544
	Durée+écart-type	401 695	406 600	429 942
	Durée-0,5*écart-type	84 749	86 206	93 501
Modèle sans échanges	Attente Initiale	315 332	320 236	342 588
	DMS	152 850	161 272	170 641
	Durée médiane	123 590	125 093	144 991
	Durée+5	164 369	168 720	185 366
	Durée-5	145 942	148 641	159 828
	Durée+écart-type	394 203	408 600	429 953
	Durée-0,5*écart-type	97 730	99 583	109 469
Modèle avec déviation après 6 mois	Attente Initiale	313 152	317 864	340 686
	DMS	122 255	124 247	139 560
	Durée médiane	108 818	110 115	116 035
	Durée+5	138 968	144 631	166 696
	Durée-5	115 223	116 581	126 805
	Durée+écart-type	394 330	399 018	421 717
	Durée-0,5*écart-type	93 506	95 039	103 534
Modèle max 20 % déviation	Attente Initiale	320 538	325 487	348 852
	DMS	121 176	126 785	147 578
	Durée médiane	96 154	97 614	104 762
	Durée+5	146 352	150 929	173 737
	Durée-5	105 941	108 154	120 469
	Durée+écart-type	401 618	406 426	429 827
	Durée-0,5*écart-type	84 750	86 206	93 499

ANNEXE E - NOMBRE DE PATIENTS VUS AU COURS DE L'ANNÉE

Somme totale de patients vus au cours de l'année				
Modèle\ Demande		Demande réelle	Demande aléatoire	Demande +10 %
Modèle réseau	Attente Initiale	86 927	86 938	86 948
	DMS	86 942	86 942	86 944
	Durée médiane	113 552	113 537	113 551
	Durée+5	82 836	82 816	82 797
	Durée-5	91 508	91 505	91 503
	Durée+écart-type	43 471	43 469	43 459
	Durée-0,5*écart-type	153 709	153 709	165 170
Modèle avec échanges	Attente Initiale	86 942	86 951	86 948
	DMS	86 942	86 948	86 956
	Durée médiane	113 556	113 539	113 560
	Durée+5	82 819	82 805	82 806
	Durée-5	91 509	91 508	91 499
	Durée+écart-type	43 467	43 458	43 454
	Durée-0,5*écart-type	116 500	116 628	123 887
Modèle sans échanges	Attente Initiale	86 940	86 951	86 948
	DMS	86 939	86 948	86 955
	Durée médiane	113 545	113 538	113 555
	Durée+5	82 815	82 810	82 800
	Durée-5	91 508	91 506	91 500
	Durée+écart-type	43 469	43 460	43 455
	Durée-0,5*écart-type	116 535	116 622	123 888
Modèle avec déviation après 6 mois	Attente Initiale	86 942	86 941	86 946
	DMS	86 942	86 949	86 950
	Durée médiane	113 567	113 539	113 556
	Durée+5	82 807	82 811	82 806
	Durée-5	91 512	91 508	91 513
	Durée+écart-type	43 474	43 469	43 462
	Durée-0,5*écart-type	116 501	116 628	123 888
Modèle max 20 % déviation	Attente Initiale	86 942	86 931	86 943
	DMS	86 941	86 950	86 944
	Durée médiane	113 577	113 539	113 551
	Durée+5	82 795	82 816	82 805
	Durée-5	91 514	91 507	91 526
	Durée+écart-type	43 480	43 479	43 469
	Durée-0,5*écart-type	116 502	116 627	123 888

ANNEXE F - RÉPARTITION DES PATIENTS EN ATTENTE POUR CHAQUE PÉRIODE SELON LE MODÈLE ET LE CAS DE DEMANDE

